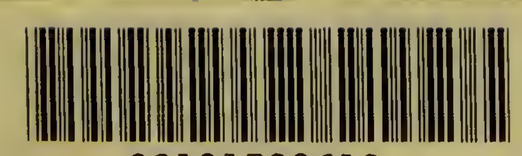








Die Pflanze.



Die Pflanze.

Vorträge
aus dem Gebiete der Botanik.

Von

Dr. Ferdinand Cohn,
Professor an der Universität zu Breslau.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Zweiter Band.

Breslau.
J. U. Kern's Verlag (Max Müller).
1897.

Druck von Fischer & Wittig in Leipzig.

Inhalt des zweiten Bandes.







Was sich der Wald erzählt.





Was sich der Wald erzählt.

I.

Worauf beruht der Zauber des Waldes, daß schon sein Anblick uns erfrischt und stärkt, wie ein Bad in den Wellen des Meeres? Ist es allein das Wohlgefallen des Auges an dem anmuthigen Spiel der Lichter und Schatten, den hundertfältig abgestuften Tönen des Grüns, über das die Sonnenstrahlen den goldenen Schleier breiten? Ist es allein die frische Waldeskühle, der würzige Waldesduft, der den ermatteten Nerven wohlthut? Oder ist es nicht auch der poetische Ideenkreis, der von unserer Kindheit her über dem Walde schwebt, der auf unsere Empfindungen noch einwirkt, wenn wir uns dessen längst nicht mehr bewußt sind? Wir haben es verlernt, in den Laubgewölben die heiligen Hallen

eines Tempels, in einer majestätischen Eiche die Wohnstätte eines Gottes zu verehren, wie dies die Völker der Vorzeit gewohnt waren; aber einer feierlichen Stimmung, „eines frommen Schauders" können wir uns noch heute nicht erwehren, wenn wir in die Hallen des grünen Doms eintreten. Und ist es nicht bezeichnend vor allem für das deutsche Volksgemüth, daß, während das klassische Alterthum kaum eine einzige Mythe in den Wald verlegte, das deutsche Märchen, die deutsche Sage sich den Wald mit Vorliebe zum Spielplatz erkoren hat? Den Griechen, wie den Römer erfüllte der Wald mit Grauen; seine Phantasie bevölkerte ihn nicht bloß mit Räubern und wilden Thieren, die oft genug in Wirklichkeit vorhanden waren, sondern auch mit Dämonen und Ungeheuern; „schauerlich" ist das Beiwort, das ihre Geschichtsschreiber der Waldgegend beilegen; von Homer bis Ausonius werden mit düsteren Farben die Schrecken des unheimlichen Dickichts gemalt, wo durch die eng verflochtenen Aeste das Licht der Sonne ausgeschlossen ist. Von den germanischen Wäldern berichten selbst verständige Schriftsteller, die Jahre lang das Land bereist hatten, wie der alte Plinius, Wundermärchen, als handele es sich um einen Urwald in Centralafrika oder Brasilien.[1])

Auch in der nordischen Edda ist der Schauplatz für ihre schattenhaften Götter, ihre ungeschlachten Riesen und Zwerge, ihre grimmen Kämpen immer nur das Meer und der Fjord, die Felskluft und der Wasserfall, oder das Eis- und Nebelreich des Fjelds. Dagegen findet im deutschen Liede die Poesie des Waldes inniges Verständniß; hinaus in den Tann über den Rhein zieht die verhängnißvolle Jagd des König Gunther; am Waldbrunnen unter der Linde fällt der sterbende Siegfried in die Blumen, von Hagens Speer durchbohrt. Im Walde verbirgt sich Genofeva vor dem ungerechten Zorne ihres Gatten; im Walde findet der Königssohn die verheißene Braut; in den Wald flüchtet Schneewittchen vor der bösen Stiefmutter; im Walde begegnet Rothkäppchen dem falschen Wolf;

im Walde verirren sich Hänsel und Gretel; im Walde wandert Dornröschen umher, bis auf einsamer Waldwarte die tödtliche Spindel sie erlauert. Der größte englische Dichter hat auch am sinnigsten die Romantik des Waldes gefeiert; er bevölkert die geheimnißvolle Waldschlucht mit der lieblichen Schaar der Elfen; ihre Königin schlummert am heimlichen Ort

. . . . „wo wilde Quendel blüh'n,
Wo Primel und Viole nickt im Grün,
Wo dicht gewölbt die Geisblattranken kosen
Mit Hagedorn und süßen Moschusrosen";

Spinnweb hängt sich an den höchsten Zweig; Walderbsenblüthe reckt sich neugierig empor, ihr holdes Antlitz zu schauen; auf der Waldwiese drehen sich die Elfen im Mondschein mit „Lullaby", und am anderen Morgen findet wohl der Wanderer den niedergetretenen Feenring im Grase, auf dem das Drehmoos sich am liebsten ansiedelt.[2])

Und noch bis auf den heutigen Tag glückt es dem Dichter, den die Muse die Sprache der Blumen und Bäume gelehrt, zu guter Stunde gar wundersame Dinge im Walde zu vernehmen. Da hört er die Mohnblume mit ihrer Erschaffung aus dem Thau der Nacht prahlen; Erdbeere wirft dem Fingerhute seine Eitelkeit vor; das bescheidene Gänseblümchen zankt sich mit der Buche, die sich vornehmer dünkt, weil sie von älterem Adel ist, und der Stein berichtet Wunderdinge von dem Streit der Elemente, den er bei der Weltschöpfung mit angeschaut. Solcherlei Gespräche belauscht der Dichter im Walde und berichtet dann den übrigen Menschenkindern, „was sich der Wald erzählt".[3])

Der Naturforscher ist minder glücklich daran; er ist kein Sonntagskind, er hört das Gras nicht wachsen, er versteht nicht die Grammatik der Blumensprache. Aber er hat gelernt, mit geschärftem Blick die Natur zu belauschen, im Kleinsten und Einzelnen das große Ganze zu erfassen und aus den offen zu Tage liegenden

Erscheinungen das in der Tiefe verborgene Gesetz zu erschließen. Darum vermag auch dem Naturforscher der Wald gar Manches zu erzählen, wovon zu den übrigen Menschen gar keine oder nur verworrene Kunde gelangt.

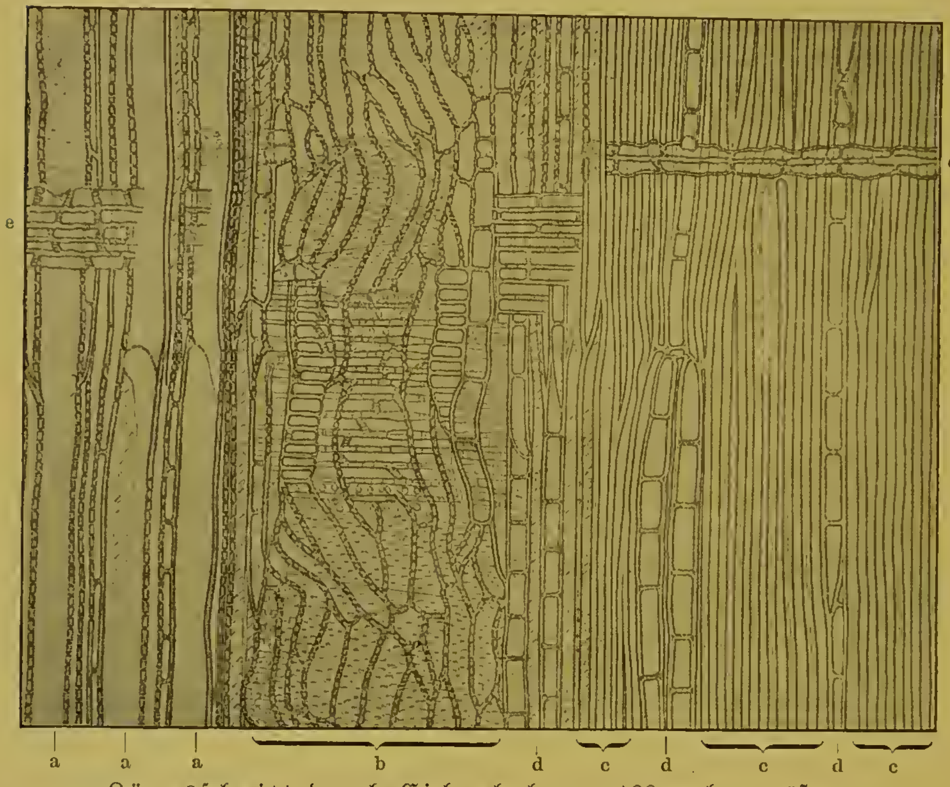
II.

Dem Laien erscheint der Wald gleich einem Bilde, schön, aber ohne Leben. Doch sobald wir den Wald mit dem Auge des Naturforschers betrachten, so ist Alles mit einem Male verwandelt. Da ist ein Leben und ein Weben im Walde, ein Schaffen und Arbeiten, ein Knospen und Sprossen, ein Auf- und Niederströmen, ein Bilden und Umbilden ohne Rast und ohne Hast, ohne Anfang und ohne Ende. Unterhalb des Waldes, der die grünen Laubwipfel in die Lüfte streckt, werden wir einen zweiten Wald gewahr, den die Erde unseren Blicken entzieht. Jeder Stamm theilt sich unten in eine Anzahl Hauptwurzeln, die erst in stärkere, dann in immer feinere Seitenwurzeln sich auszweigen und zuletzt in ein Fadengewirr zarter Faserwürzelchen sich auflösen. In den Nadelwäldern des Gebirges, wo eine dünne Humusschicht den Felsboden bedeckt, breiten sich die unterirdischen Baumkronen in der Fläche aus und verwachsen, gegenseitig sich haltend und ernährend, unter einander zu einem zusammenhängenden Wurzelnetze;[4]) in dem lockeren Boden der Ebenen steigen die Wurzeln in die Tiefe abwärts, so daß sie auch an Höhe den Laubkronen nahe kommen, bis sie den unterirdischen Strom des Grundwassers erreichen, der Jahr aus Jahr ein mit nahezu gleicher Stärke unsichtbar dahinfließt und die Blätter auch in der heißen Jahreszeit tränkt, wo die obersten Bodenschichten oft ausgetrocknet sind. Durch die Faserwürzelchen aber, welche die feinsten Spalten und Lücken zwischen den schwarzen Humusbröckchen und den Sandkörnchen des Bodens umspinnen, verwächst der Baum so innig mit der mütterlichen Erde, daß nur die Riesengewalt der Wettersäule mit drehender Bewegung ihn auszureißen und nieder-

zulegen im Stande ist. Aber diese Faserwurzeln sind auch eben so viele Mäuler, durch welche der unterirdische Wald das Wasser einsaugt, das als Thau oder Regen vom Himmel fällt und dann leise und verstohlen zwischen den Sandkörnchen des Erdbodens verrinnt.[5]) Im Innern der Bäume steigt das eingeschöpfte Wasser von Zelle zu Zelle und wird wie in einer unendlichen Eimerkette emporgehoben, von der Wurzel in den Holzstamm, vom Stamme in die Aeste, bis hinauf zu den letzten Verzweigungen und in die an sie gehefteten Blätter.

Bekanntlich unterscheiden wir am Baumstamm Holz und Rinde; was wir aber Holz nennen, sind fest verbundene Massen zahlloser schmaler, aber langer Zellen, die an beiden Enden in Spitzen auslaufen und so über einander gestellt sind, daß immer zwischen die Spitzen einer unteren Reihe die Enden einer oberen genau einpassen: die Wissenschaft bezeichnet sie als Tracheiden. Zwischen ihnen verlaufen, vereinzelt oder in Gruppen gelagert, Haarröhrchen von außerordentlicher Länge, die wir als Holzgefäße bezeichnen. Tracheiden und Holzgefäße besitzen die Fähigkeit, mit ganz besonderer Leichtigkeit und Schnelligkeit Wasser in ihrer Längsrichtung fortzuleiten. Außerdem finden wir im Holz noch dickwandige Holzfaserzellen; je nachdem diese in größerer oder geringerer Zahl vorhanden sind, ist das Holz härter oder weicher. Wird Holz mit auflösenden Chemikalien, zum Beispiel mit verdünnter Natronlauge gekocht, so zerfällt es in seine einzelnen Fasern, die dann, unter einander verfilzt, das Hauptmaterial zu den geringeren Papiersorten liefern. Im lebenden Holzstamm sind alle diese faserartigen Zellen und Gefäße in konzentrischen Zonen um einen mittleren, aus rundlichen Zellen aufgebauten Cylinder, das Mark, geordnet; von diesem laufen, wie die Speichen von der Nabe des Rades, die Markstrahlen als schmale Streifen tafelförmigen Zellgewebes strahlenartig zwischen den Holzfasern quer nach außen zur Rinde. Jede Zone des Holzes ist das Erzeugniß eines Jahres und wird deshalb als Jahresring

bezeichnet; wir können an demselben die weichere, poröse, gefäßreiche Bildung der Frühlings- und Sommermonate, das sogenannte Frühlingsholz, von dem dichteren und festeren, gefäßarmen Herbstholz schon mit bloßem Auge unterscheiden. Leicht unterscheiden wir auch auf den ersten Blick Laub- und Nadelholz; denn letzterem fehlen die Gefäße der Laubhölzer, die im Querschnitt als feine Poren, im

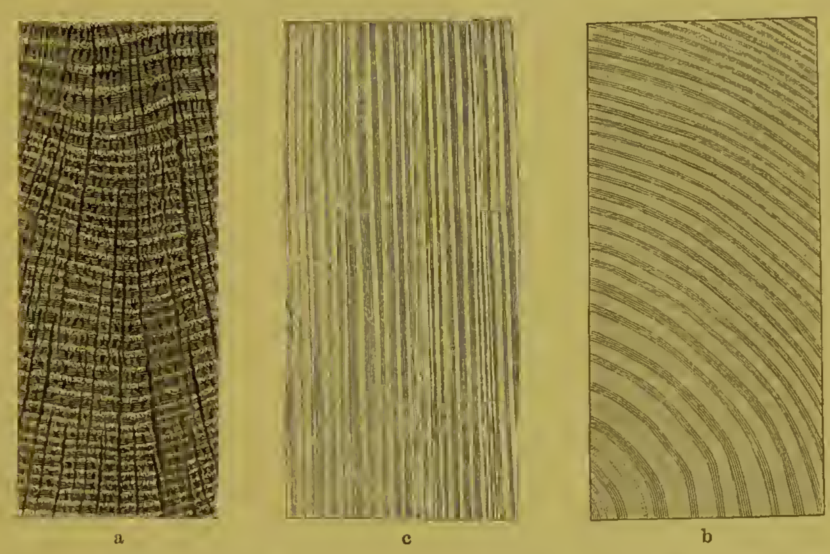


Längsschnitt durch Eichenholz, cr. 100 mal vergrößert.
aaa Holzgefäße; b Tracheïden; ccc verdickte Holzfasern; ddd gefächerte Holzzellen oder Holzparenchym; ee Markstrahlen. Nach Kny.

Längsschnitt als haarbünne Kanälchen sichtbar sind; Nadelholz, gleichviel ob es von Kiefer, Tanne, Fichte, Lärche, Eibe oder Wachholder oder gar von einer ausländischen Konifere stammt, besteht ganz und gar aus vierseitigen Tracheïden, die, unter dem Mikroskop betrachtet, auf zwei Seitenflächen mit Reihen großer Doppelkreise, sogenannten Hoftüpfeln, zierlich gezeichnet sind.

Alljährlich bildet sich unter der Rinde an der Außenfläche des

Holzstammes ein neuer Jahresring; dieser ist es, in dessen Gefäßen und Tracheïden das von den Faserwürzelchen eingesaugte Bodenwasser emporgetrieben wird bis hinein in die Aeste und Zweige des Wipfels, um von hier aus die Laubmassen mit Wasser zu versorgen. Nur im Frühling, wo beim Erwachen der Vegetation der Wasserstrom am stärksten ist, nehmen auch noch die sechs bis zehn jüngsten Jahresringe, die den Splint bilden, als Reserveleitungen den Ueber-

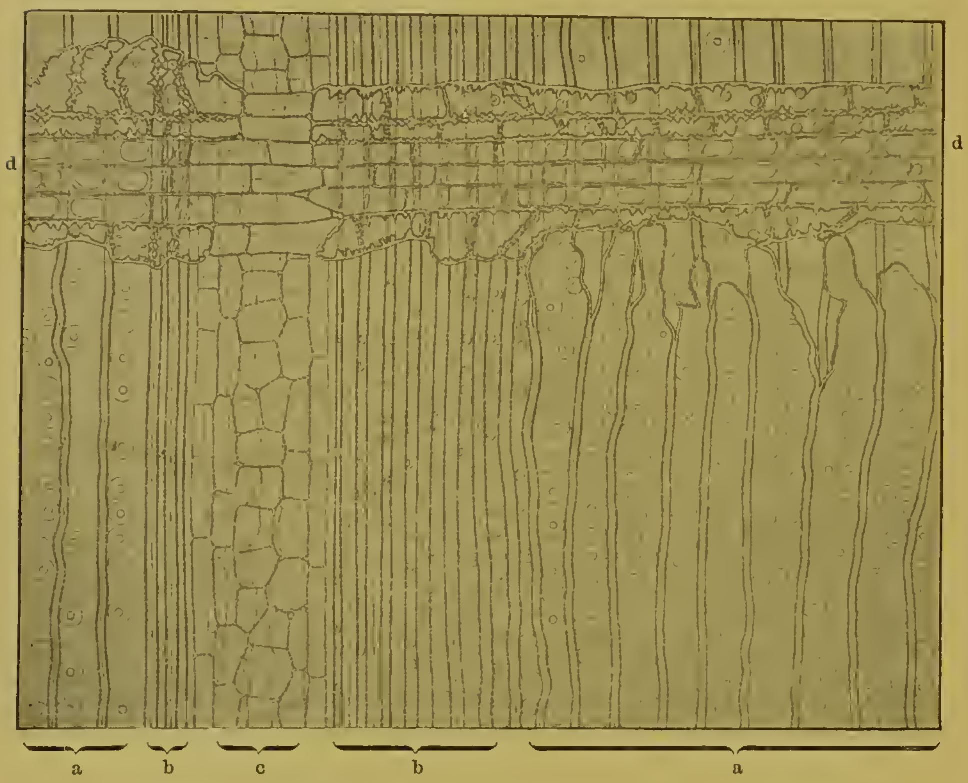


a Querschnitt durch Eichenholz; die Gefäße bilden Zonen heller Punkte in jedem Jahresring; die Markstrahlen laufen als dunkle Linien vom Mark nach unten zur Rinde. Verklg. $^1/_2$. b Querschnitt durch Fichtenholz; die Jahresringe zeigen abwechselnd hellere breitere und dunklere schmälere Zonen (Frühlings- und Herbstholz); Gefäße fehlen; die Markstrahlen wegen ihrer Feinheit unsichtbar. Verklg. $^1/_2$. c Längsschnitt durch Fichtenholz; zeigt in jedem Jahresringe die abwechselnden Zonen von Frühlings- und Herbstholz. Verklg. $^1/_2$. Nach der Natur photographirt von Krull.

fluß des aufsteigenden Wassers auf. Bohrt man um diese Zeit eine Birke an, so fließt das zuckerhaltige Wasser in solcher Menge aus, daß es in Flaschen gesammelt und durch Gährung in ein schäumendes Getränk umgewandelt werden kann; in Kanada wird der Frühlingssaft des Zuckerahorns sogar zu braunem Krümelzucker eingedampft. Aber wenn der Baum auch schon Jahrhunderte überlebt hat, so dienen doch immer nur die jüngsten Holzlagen dem

Wassertransport; alles ältere Holz ist todt; seine Zellen, in denen kein lebendiger Cytoplast mehr arbeitet, enthalten nur Luft, ihre Wände färben sich, von Gerbstoff durchtränkt, dunkler und bilden das Kernholz.[6])

Der Liebende, der nach altem Brauch das Monogramm seiner Angebeteten, vielleicht noch mit Datum und Jahreszahl, tief in die



Längsschnitt durch Kiefernholz, cr. 100 mal vergrößert.
aa Weite Tracheïden mit Hoftüpfeln aus dem Frühlingsholz; b enge Tracheïden aus dem Herbstholz; c Harzgang im Herbstholz, von einer kleinzelligen Scheide rings umschlossen; dd quer verlaufender Markstrahl. Nach Kny.

Rinde eines Baumes einschneidet, ist sich dessen nicht bewußt, daß er gleichzeitig ein interessantes physiologisches Experiment anstellt. Die Jahre vergehen; der Baum lagert über die vertieften Buchstaben einen Jahresring nach dem anderen, und wenn er endlich gefällt und das Holzscheit durch Zufall an der richtigen Stelle gespalten ist, dann verräth er in den wohlerhaltenen Schriftzügen

das Geheimniß einer vielleicht längst erloschenen Flamme, das er so viele Jahre hindurch getreulich in seinem Innern verwahrt hatte; die Zahl der inzwischen neu gebildeten Jahresringe entspricht natürlich der eingeschnittenen Jahreszahl.



b a

a Inschrift, 1811 in die Rinde einer Buche geschnitten, beim Spalten des Holzes wieder sichtbar, nachdem sich über dieselbe mehr als 60 Jahresringe (b) aufgelagert hatten. Verklg. 1/7.
Nach einer Photographie von Krull.

Abwärts setzt sich das Holzgewebe der jüngsten Jahresringe in den Wurzeln fort und vertheilt sich in alle Auszweigungen der=

selben; selbst die dünnsten Faserwürzelchen werden noch der ganzen Länge nach von einem mittleren Holzbündel durchzogen, das mit dem wasserleitenden jüngsten Jahresring in Verbindung steht. So kommt es, daß alles Wasser, welches die zahllosen Faserwürzelchen des Baumes aus allen Enden des von ihnen durchwurzelten Erdreiches einsaugen, sich im Holzgewebe der Hauptwurzeln vereinigt und zuletzt in einen einzigen Strom an der Außenfläche des Holzkörpers in den Jahresringen des Splintes zusammenfließt, etwa so, wie das an tausend verschiedenen Stellen aus der Erde quellende Wasser zuerst in Bächen, dann in Flüssen, zuletzt im großen Strome sich sammelt.

Das jüngste Holzgewebe des Stammes setzt sich, wie schon bemerkt, aufwärts fort in die Aeste und Zweige; aus letzteren treten Holzbündel in die Blattstiele und verzweigen sich in feinerem und immer feinerem Geäder im Innern der Blattflächen; der Wasserstrom, der den Stamm umfließt, vertheilt sich daher in den Blättern in dünne Wasserfäden. So steigt in jedem Baumstamm, verhüllt und zusammengehalten von der Rinde, eine Wassersäule in Form eines gewaltigen Cylinders gen Himmel, die sich oben in den Aesten, Zweigen und Blättern garbenartig in feinere und immer feinere Wasserstrahlen auflöst; ein Wald erscheint dem Auge des Naturforschers gleich Tausenden und aber Tausenden solcher Wassersäulen, ein, zwei, drei, ja sechs und mehr Meter im Umfang, dreißig bis sechzig Meter hoch, viel großartiger, als irgend eine Wasserkunst von Versailles, Wilhelmshöhe oder Peterhof sie emporzutreiben vermag.

Der größte Theil des Wassers, das von den Wurzeln aus im Holzstamm aufwärts steigt und in die Blätter tritt, verdampft langsam in ihren breiten, dem Luftzuge ausgesetzten Flächen wie in einem Gradirwerk. Wäre der Wasserdunst nicht durchsichtig wie die Luft, wir würden jeden Baum in eine Dampfwolke eingehüllt sehen, gleich dem Schornstein einer Lokomotive.[7]) Das Gewicht des Wassers,

welches ein Hektar Buchenwald in einem Sommer verdampft, wird im Durchschnitt auf drei Millionen Kilogramm geschätzt.[8]) Diese Wassermenge würde, wenn sie über einen Hektar ausgebreitet wäre, denselben dreißig Centimeter hoch mit Wasser bedecken; da nun aber in Deutschland jährlich im Durchschnitt siebzig Centimeter Regen fallen, so ergiebt sich daraus, daß die größere Hälfte des Regenwassers, das auf den Wald sich ergießt, nicht in den Blättern verdampft wird, sondern im Boden verbleibt und, in die Tiefe versinkend, zur Speisung des Grundwasserstromes und der Flüsse zu Gebote steht. Das ist eben die Arbeit, welche die Natur den Bäumen des Waldes zutheilt; denn das Wasser, welches vom Himmel fällt, ist eine Gabe Gottes; zwischen den Blättern brechen sich die Regentropfen, als seien sie von Millionen Regenschirmen aufgefangen; nur allmählich, nicht in vollem Strahle gelangen sie endlich zum Boden, der außerdem im Walde stets mit einer modernden Laubschicht oder mit Preisel- und Heidelbeergesträuch überdeckt und durch das grüne Laubdach der ausdörrenden Macht der Sonnenstrahlen entzogen ist. Auch die Waldmoose halten zwischen ihren zarten Blättchen, die sich dachschindelartig an die feinen Stämmchen andrücken, die Wassertropfen fest und hüllen den Erdboden wie mit einer feuchten Decke ein, so daß er nicht austrocknen kann.[9]) Der Regen kann daher auch im Walde nur langsam und allmählich zwischen dem dicht verschlungenen Gewirr der vielen tausend Wurzeln und Würzelchen hindurch in die Tiefe sickern — gerade hinreichend, um dauernd die Quellen aufzufüllen und die Waldbäche zu speisen, welche die kostbare Flüssigkeit wie in einem Adernetz über das ganze Land verbreiten, und im Flusse gesammelt, die Felder und Wiesen befruchten. Das überflüssige Wasser aber saugen die Baumwurzeln wieder auf, treiben es zurück in den Stamm und verdampfen es in den Blättern, damit es aufs neue den segenspendenden Kreislauf beginne.

Indem aber in den Blättern der Bäume Wasser in Dampf

sich verwandelt, wird Wärme gebunden und die Temperatur der Luft erniedrigt; kein Wunder, daß im Walde frische Kühle herrscht, welche wieder dazu beiträgt, die in die Luft ausgeathmeten Wasserdünste als Nebel oder Regen niederzuschlagen. So erniedrigt der Wald die Temperatur der Luft und vermehrt ihre Feuchtigkeit und ihre Niederschläge; er wirkt gleich den Bergen und den Flußläufen, über denen sich die Morgen- und Abendnebel bilden, die dann wieder der Vegetation zu Gute kommen. Wo der Wald fehlt, da ist, wie in einem schlechten Haushalt, das Geschenk des Himmels „wie gewonnen, so zerronnen". In waldlosen Gebirgen, wo an den schroffen Gehängen ohnehin sich nur wenig lockerer Pflanzenboden ansammeln kann, wird dieser durch die Gewalt der Regengüsse abgespült, so daß die Vegetation nicht mehr Fuß fassen kann; das Wasser verliert sich im Nu zwischen den Spalten des nackten Gesteins oder zwischen dem Geröll, sammelt sich plötzlich in den Rinnsalen, um in Wildbächen herabzustürzen, wohl auch überschwemmend umherzutoben, dann wieder verschwindend, statt des Segens Verheerung zurückzulassen.

Die Bäume des Gebirgswaldes sind von der Natur als Verwalter des Wasserschatzes hingestellt, die den Thalebenen ihre Ration nach Bedürfniß zutheilen. Aber sie besorgen dieses Geschäft nicht uneigennützig; es ist mit den Bäumen nicht anders als mit den Menschen; sie arbeiten, um sich zu ernähren; mit der Arbeit verdienen sie sich ihren Lebensunterhalt.

Das Wasser, welches die Bäume aus dem Boden emporheben, ist nicht chemisch rein, wie dasjenige, welches als Regen vom Himmel fällt; es enthält eine Menge Mineralsalze, welche es beim Durchsickern durch den Boden aufgelöst hat. Bei unseren Dampfmaschinen sind diese Verunreinigungen des Wassers störend; denn indem sie sich in den Kesseln anhäufen und den Pfannenstein bilden, haben sie schon manche verderbliche Explosion herbeigeführt. Anders im Walde. Jene Salze sind gewissermaßen die Tantième, welche der

Baum für seine als Wasserhebewerk geleistete Arbeit bezieht; er hat nur das reine Wasser in Dunstform in die Atmosphäre zurückzuliefern; die fremden Beimischungen darf er für sich behalten und zu eigenem Vortheil verwenden.

Wie wir in einer früheren Vorlesung ausgeführt haben,[10]) sind die Bäume Fabriken, wo unsichtbare Arbeiter in unzähligen Kämmerchen oder Zellen Tag für Tag damit beschäftigt sind, Eiweiß, Stärke, Zucker, Holz, Gerbstoff, Harz und andere werthvolle Stoffe anzufertigen. Wären unserem Sehvermögen nicht so enge Grenzen gesetzt, wir würden die Sonnenstrahlen durch die durchsichtige Oberhaut der Blätter in das grüne Innengewebe eindringen und in den Zellen desselben rastlos arbeiten, wir würden die Gase des Luftraumes in unablässigem Wechsel durch die Spaltöffnungen auf der Unterseite der Blätter ein- und austreten, in den grünen Chlorophyllkörpern die Stärkekörnchen sich bilden und wieder verschwinden sehen. Wissen wir doch, daß in den grünen Zellen der Laubblätter die Kohlensäure der Luft, das Wasser, die Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure, der Kalk, das Kali, die Magnesia und das Eisen des Erdbodens durch die Kräfte der leuchtenden Sonnenstrahlen zu chemischen Verbindungen zusammengeschmolzen werden, welche geeignet sind, den Zellenbau der Thiere und Pflanzen aufzurichten und das Leben derselben zu unterhalten. Zucker, Stärke, Eiweiß und viele andere Nebenprodukte werden im Walde von den grünen Zellen der Blätter erzeugt, aber sie verbleiben nicht in den Fabrikationsstätten; der größte Theil wird aus den Blättern wieder ausgeführt und wandert abwärts in den Stamm.

Gleichwie im Körper der Thiere alle Organe von Arterien und Venen durchzogen sind, in denen das Blut in entgegengesetzter Richtung fließt, so bewegen sich auch in den Adern und Nerven der Blätter, wie im Leitgewebe des Stammes und der Wurzeln zwei Ströme in gesonderten Bahnen, jedoch dicht neben einander, nach entgegengesetzter Richtung. Den einen Strom haben wir bereits

kennen gelernt; er führt das Wasser und die Salze des Bodens aus den Wurzeln in den jüngsten Jahresringen des Holzkörpers empor zu den Laubblättern der Krone. Der andere Strom fließt in absteigender Richtung aus den Blättern hinab in die Rinde des Stammes; er führt die Fabrikate der Blätter aus, nachdem dieselben verflüssigt und in Bildungssäfte umgewandelt wurden. Denn auf der Innenseite der Rinde liegt der Bast, ein Leitgewebe, welches für die Fortbewegung dieser Bildungssäfte eingerichtet ist; hier finden wir ein System feiner Röhren und Schläuche, deren Seiten- und Querwände siebartig durchlöchert sind, um die schleimigen Bildungssäfte durchsickern zu lassen, und die deshalb in der Wissenschaft den Namen der Siebröhren führen.

Auch sie sind nur ein Jahr lang leistungsfähig und müssen deshalb alljährlich durch Neubildungen ersetzt werden. Deshalb befindet sich in jedem Baume zwischen Holz und Bast eine schmale Zone von zartem Vermehrungsgewebe, wo alle Zellen während des ganzen Sommers in Zweitheilung begriffen sind; der Laie hält dieses weiche Gewebe für eine schleimige Flüssigkeit; der Botaniker bezeichnet dasselbe als Kambium. Im Laufe des Sommers verwandelt sich der größte Theil des Kambiumgewebes auf seiner Außenseite in jungen Bast, auf der Innenseite in junges Holz; seine Siebröhren, Faserzellen und Gefäße erhärten allmählich und stellen den Jahresring dar, der zur größeren Hälfte aus Holz, zur kleineren Hälfte aus Bast besteht. Zur Ausbildung des Jahresringes wird der größte Theil der Bildungssäfte verbraucht, welche von den grünen Blattzellen bereitet, in den Siebröhren der Bastschicht abwärts strömen. Der Holzzuwachs in einem Hektar Fichtenwald beträgt im Jahre durchschnittlich sechs Kubikmeter, welche etwa dreitausend Kilogramm wiegen; das ist also die jährliche Arbeitsleistung der lebendigen Holzfabriken, die wir Bäume nennen.

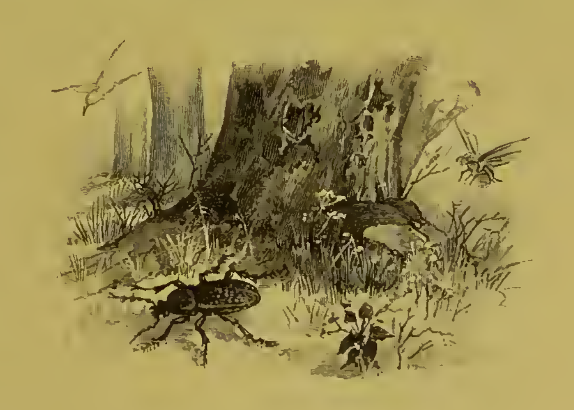
Die Bildungssäfte, welche nicht zur Holz- und Bastbereitung verwerthet werden, dienen dem Baume als Baustoffe für neue Faser-

würzelchen, welche unablässig weiter wachsend und sich verzweigend, immer neue Strecken des Bodens durchsuchen, um frische Nährstoffe aus der Erde zu holen. Ein anderer Theil der Bildungssäfte wird zur Entwickelung der jährlichen Laubtriebe, der Blüthen, Früchte und Samen verwendet. Ein weiterer Theil wird für die Anlage der Winterknospen verbraucht, welche im Lauf des Sommers sich in den Blattwinkeln ausbilden, um im nächsten Jahre auszutreiben und an die Arbeit zu treten; von dem Ueberreste werden Vorräthe in den Zellenmagazinen des Marks, der Rinde, ja des Holzes angelegt, welche im folgenden Frühjahre ihre Verwerthung finden sollen.

Wir müssen uns hier darauf beschränken, mit einem flüchtigen Blicke die Bäume des Waldes in ihren friedlichen Arbeiten zu belauschen. Versuchen wir nun auch noch das Kriegsleben des Waldes zu einem Bilde zusammenzufassen.

III.

Ein freudiger Anblick ist es, wenn im Sommer die Laubfülle des Waldes uns wie ein grünes Meer entgegenschwillt; noch schöner vielleicht ist der Wald im Herbst, wenn die niedriger stehende Sonne die Schatten an den Wipfeln kräftiger hervorhebt und die Baumgruppen in plastischer Vertiefung zeigt, wie sie das im Sommer von oben herabfallende Licht niemals wahrnehmbar zu machen vermag; die ganze Waldlandschaft schimmert dann in einer



Mannigfaltigkeit warmer rother, gelber, brauner, grüner Töne, wie mit Goldfirniß überlasirt, während der Boden mit den braunen abgefallenen Blättern überschüttet ist und die Heidelbeerbüsche in brennendem

Roth erglühen. Wenn dann von fern und nah Vogelstimmen in lauter Lebenslust durch die Luft jauchzen, wenn die Waldbiene wohlgefällig im Sonnenschein von Blume zu Blume schwärmt, der Käfer geschäftig über den Sand läuft, dann könnte man meinen, es herrsche ein ewiger Gottesfrieden im Walde. Aber dem lichten Gemälde entspricht auch eine Nachtseite; wir dürfen nicht vergessen, daß die Thiere des Waldes nur leben, indem eines das andere tödtet; daß „Aller Gedanken auf Mord gerichtet sind"; daß die Drossel den Käfer verspeisen wird, daß der Sperber im Begriff ist, auf die Drossel zu stoßen. Und auch in der Welt der Pflanzen, so unschuldig und harmlos sie erscheint, herrscht ein ewiger Kampf, ein Krieg Aller gegen Alle. Das wußte schon Walther von der Vogelweide, als er im „Waldstreit" sang:

Ich hör' ein Wasser rauschen
Und ging den Fischen zu lauschen;
Ich sah die Dinge dieser Welt,
Wald, Laub und Rohr und Gras und Feld,
Was kriechet oder flieget,
Was Bein zu Beine bieget,
Das sah ich, und ich sah auch das:
Da lebt nicht eines ohne Haß . . .
Das Wild und das Gewürme,
Da streiten starke Stürme,
So auch die Vögel unter sich . . .

Die Ursache des Waldstreites ist die nämliche, welche auch in der menschlichen Gesellschaft die Triebfeder so vieler schlimmen Handlungen ist, der Brotneid. Die Erde ist eben nicht groß genug, um all das Leben zu ernähren, welches auch nur in einem einzigen Frühling aus ihrem Schoße hervorsproßt; ein Theil muß nothwendig zu Grunde gehen, wenn über ihren Leichen die übrigen ihre Existenz finden sollen. Da entbrennt denn auch unter den Pflanzen der Kampf um die Güter der Erde, um Boden und Wasser, um Licht und Luft. Das Recht des Stärkeren entscheidet; der kräftigere

Stamm unterdrückt den Schwächling, und der am längsten lebende behält das Schlachtfeld. Um jeden Fußbreit Bodens, um jeden Tropfen Wassers streiten sich die niedrigen Kräuter, und die Bäume sind bestrebt, sie samt und sonders zu verdrängen. Selbst wenn auf nacktem Steine nur ein Paar Moose und Flechten neben einander Fuß gefaßt haben, so suchen die einen den anderen das Terrain streitig zu machen; sind im Laufe der Zeit die Moose vertrieben, so fangen die Flechten an, sich unter einander zu befehden, bis schließlich eine Art das ganze Feld allein besetzt. Im Hinterhalt lauern die Pilze und benutzen jede schwache Stelle an den anderen Pflanzen, um sie zu überfallen, sie auszurauben und zu tödten. Es ist ein Kampf ums Dasein, ein Kampf auf Tod und Leben; er ruht nicht Tag, nicht Nacht, nicht Frühling, nicht Sommer und nicht Herbst, und nur der Winter führt einen Waffenstillstand herbei, damit im kommenden Frühjahr der Krieg um so heftiger entbrenne. Alle Waffen gelten; dem Gegner wird die Nahrung, die Luft entzogen, er wird verstümmelt, erstickt; jedes Gewächs sucht dem anderen Sonne und Wind abzugewinnen, und kommt gar der Mensch einer der streitenden Parteien mit Pflug und Drainröhre, mit Hacke und Schaufel zu Hilfe; so ist der Sieg oft mit einem Male entschieden, und die unterliegenden Geschlechter sind in Kurzem mit Stumpf und Stiel ausgerottet.

Von diesem Kampf ums Dasein bekommt man freilich in unseren unter strenger Kontrolle gehaltenen Forstrevieren wenig zu sehen; seine Wahlstatt ist der Urwald, der heutzutage nur noch in den einsamsten, schwer zugänglichen Gebirgen sich erhalten hat: wo Bäume verschiedener Gattung, uralte, bemooste und mit Flechten überzogene Häupter neben jungem Nachwuchs und abgestorbenen, bis zum Grund entlaubten Stämmen ordnungslos unter einander stehen, zahllose Schwämme aus den Astlöchern und modernden Stumpfen hervorbrechen, der Boden mit mannshohem Farnkraut und anderem Gestrüpp überwuchert ist.

Wenn dann der Sturm die Baumeswipfel zaust,
Die Riesenfichte stürzend Nachbarwipfel
Und Nachbaräste krachend niederstreift
Und ihrem Fall dumpf hohl das Waldthal zittert,

dann siedeln sich, wie Göppert in den Urwäldern des Böhmer Waldes beobachtete,[11]) auf der Baumleiche bald zahlreiche Fichtenkeimlinge an und durchwurzeln den gefallenen, von den Schwämmen allmählich in braunen Moder umgewandelten Holzstamm, der durch die widerstandsfähige Rinde eine Zeit lang noch seine alte Form behält; sind endlich durch den Regen die Reste des verrotteten Mutterstammes weggespült, so steht eine junge Fichtengeneration auf ihren bloßgelegten Wurzeln wie auf Stelzen frei in der Luft, als sei sie von Menschenhand künstlich in Reihen gepflanzt; aber nur die kräftigsten unter dem Nachwuchs erwachsen zu Stämmen, die übrigen gehen vorzeitig zu Grunde.

Am heftigsten wüthet der Kampf zwischen den beiden Hauptformen, aus denen in unserer Zone der Wald besteht, zwischen Laubholz und Nadelholz. Freilich ist auch ihre Natur überaus verschieden. Ernst wie ihr Kleid ist der Charakter der Nadelbäume; zwar sind sie in hohem Grade gesellig, aber sie lieben es, unter sich zu bleiben, sie dulden in ihrer Mitte nicht gern einen Eindringling aus fremdem Geschlecht. In den Tiefebenen von den Ardennen bis über den Ural hinaus nach Sibirien erstreckt sich in fast ununterbrochenem Gürtel ein unermeßliches Reich, von dem die Kiefer ganz allein Besitz ergriffen hat; nur Wachholder und Birke wagen es, sich in ihre Mitte einzuschleichen. Und als könnte die Kiefer die bunten Farben nicht vertragen, mit denen die Waldblumen den Boden schmücken, so hat sie sich allerwärts mit ein paar gemeinen Kräutern und Sträuchern verbündet, die ebenso exklusiv wie sie, kein fremdes Geschlecht zwischen sich aufkommen lassen. Nur Heidekraut und Heidelbeere, graugrüne Haarmoospolster, Rennthier- und andere strauchige Erdflechten dürfen im

Kieferwalde sich ansiedeln; kaum daß hier und da gelb blühender Besenstrauch und Ginster, Sonnengold und Schimmelkraut oder die weißen Glöckchen des Wintergrüns Gnade finden.[12]).

Weit duldsamer sind die Laubbäume; sie lieben mannigfaltige Gesellschaft; sie bilden den gemischten Wald. Die königliche Eiche gestattet gern, daß auch minder vornehme Geschlechter in ihren Bezirken sich ansiedeln, Ahorn und Hagebuche, Linde und Esche; großmüthig überläßt sie den niederen Stauden und Kräutern den Raum in ihren grünen Gewölben und freut sich der Fülle des Unterholzes, das Weißdorn und Schwarzdorn, Haselstrauch und Eberesche, Hagerose und Brombeere unter ihrem Schatten hervortreiben. Zierliche Moose und Farnkräuter küssen ihren Fuß, und Waldblumen sticken ihr einen prächtigen Teppich als Zeichen des Dankes.

Wo aber Laub- und Nadelwald auf einander stoßen, da bricht bis auf den heutigen Tag zwischen beiden die uralte Fehde los. Der Kampf wird mit wechselndem Glück geführt, bald schwankt der Sieg auf die eine, bald auf die andere Seite; in dem größten Theile unseres Vaterlandes ist es dem Nadelholz um so leichter gelungen, den Wahlplatz zu behaupten, als der Mensch die schnelleren Ertrag bringende, mit schlechterem Boden sich begnügende Kiefer in den Ebenen, die Fichte in den Bergen begünstigt und ihnen in der Ausrottung der Laubwälder zu Hilfe kommt. So sind die deutschen Eichen selten geworden, die einst nach der begeisterten Schilderung des alten Plinius „von den Jahrhunderten unberührt, und gleichalterig mit der Welt, durch ihr fast unsterbliches Lebensloos alle Wunder der Erde überboten".[13])

An zahlreichen Gegenden Mitteleuropas hat sich in den Namen der Ortschaften oder in den Traditionen alter Leute die Erinnerung an ehemaligen Laubwald erhalten, der heut verschwunden ist. Anderwärts umschließen noch uralte Heidengräber die Kohlen ehemaliger Eichen- und Buchenstämme, wo heute in weitem Umkreise nur Kiefern gedeihen. In Schlesien war einst das ganze

Oderthal mit Eichenwald bestanden, dessen Stämme, von den Jahrhunderten geschwärzt, noch allerwärts im Sande des Oderbetts vergraben liegen; aber nur einzelne größere Waldinseln und hier und da ein Paar vereinsamte Riesenstämme mitten in den Fluren haben



sich als Ueberreste des alten Oderwaldes bis auf den heutigen Tag erhalten.

In anderen Gegenden trifft die Kiefer auf einen ebenbürtigen Gegner, auf die Buche. In den dänischen Inseln gab es einstmals nur Kiefer- und Birkenwald. Als aber die Buche, wir wissen nicht

mehr warm, von den deutschen Mittelgebirgen zu den Küsten der Ostsee hinabgestiegen war, da eröffnete sie sofort einen Eroberungskrieg gegen die Kiefer, der mit der völligen Ausrottung der letzteren geendet hat. Langsam schießt die schattenliebende Buche empor unter dem lockeren Schirmdach der Kiefer, bis sie dieser über den Kopf gewachsen ist; dann aber ist auch ihr Sieg entschieden; denn die Kiefer kann des Sonnenlichtes nicht entbehren, und erstickend unterliegt sie ihrem grausamen Gegner. In den Waldungen von Westpreußen dauert der Kampf zwischen Buche und Kiefer noch bis auf den heutigen Tag unentschieden fort, ohne daß eine von ihnen die Nebenbuhlerin völlig vertrieben hätte. In den russischen Wäldern sind es Birke und Espe, von denen die Kiefer mehr und mehr verdrängt wird. In Deutschland und Dänemark unterliegt die Birke selber im Kampfe mit der Buche. Der Landschaftsmaler bewundert vielleicht eine hübsche Baumgruppe, wo das lichte Birkenlaub mit der dunkleren Buchenkrone kontrastirt; der Beobachter der Natur verfolgt hier mit Interesse einen erbitterten Ringkampf; er erkennt, wie die Birke, von ihrer kräftigeren Nachbarin beängstigt, an der Berührungsstelle die Zweige verliert und den Wipfel nach der entgegengesetzten Seite hinüberbeugt, weil sie nur da sich entwickeln kann, wo sie Licht und Luft findet; bald aber auch auf der anderen Seite von einer Gegnerin angegriffen, sucht sie sich über dieselben zu erheben; aber ihre Anstrengungen sind nutzlos, und die Zeit läßt sich berechnen, wo die zäheren Buchen ihre Opfer erstickt haben werden. Selbst an die Eichen wagt sich die Buche, und meist mit Glück; zwar sind diese langlebiger und kräftiger und verachten den hartnäckigen Gegner, der sich zwischen ihnen einnistet, aber bald vermag der junge Eichennachwuchs nicht mehr unter dem finsteren Schatten der Buchenwipfel aufzukommen; die alten Stämme, denen sie nichts anhaben können, werden auf den Aussterbeetat gesetzt, und schließlich behauptet doch die Buche allein das Feld.

Von diesen mörderischen Waldkriegen, deren Dauer nicht nach

sieben, nicht nach dreißig Jahren, sondern nach hundert und tausend Jahren mißt, würden wir keine Kunde haben, wenn die Natur, die keine Geschichtsbücher schreibt, nicht wenigstens antiquarische Sammlungen, Museen von Alterthümern anlegte. Von den zahllosen Individuen jeglicher Art entrückt sie von Zeit zu Zeit wenigstens einige dem allgemeinen Loos der Vernichtung, und bewahrt sie in sorgfältiger Erhaltung, gleichsam als Urkunden für die Forschungen späterer Zeiten. In früheren Zeitaltern konservirte die Natur die vergänglichen Formen der Thiere und Pflanzen durch Verwandlung in Stein; oder sie schloß sie ein in weichen Schlamm, der, allmählich zu Schieferthon, Mergel oder Gips erhärtend, in seinen Schichten wie in den Blättern eines Albums die Abdrücke oft mit den feinsten Einzelheiten in lithographischem Naturselbstdruck aufbewahrt. Heutzutage bedient sich die Natur zu diesem Zwecke gewöhnlich des Torfs. Thiere und Pflanzen, die zufällig in den weichen Boden des Torfmoors gerathen, werden in kurzer Zeit von der überquellenden Moosdecke eingeschlossen und dadurch vor Verwesung behütet, so daß noch nach Jahrtausenden ihre wohlerhaltenen Körper sich wieder auffinden lassen. Manches Waldthal schließt in seinem Grunde ein Torfmoor ein, welches gewissermaßen das Archiv des Waldes seit undenklichen Zeiten darstellt; denn in seinen verschiedenen Tiefen sind Proben aller Holzarten aufgehoben, die in den auf einander folgenden Jahrhunderten auf den benachbarten Abhängen gewachsen waren. Dann zeigt sich, daß ein fortwährender Dynastienwechsel im Walde stattfindet, wenn er dem freien Kampf der Baumgeschlechter überlassen ist und der Mensch sich von jeder Intervention fern hält; das in dem einen Jahrhunderte herrschende Geschlecht muß im nächsten einem anderen weichen, welches selbst wieder nach längerem oder kürzerem Regiment vertrieben, wohl gar durch die Restauration einer älteren Familie verdrängt wird. Da jedes der herrschenden Baumgeschlechter seinen besonderen Hofstaat von niederem Volk im Unterholz und unter den

Waldblumen um sich versammelt, so bedeutet ein jeder Wechsel zugleich eine völlige Umgestaltung der Waldflora; gleichzeitig deutet er auch auf periodische Wandelungen des Klimas, denen in erster Reihe jene Waldrevolutionen zuzuschreiben sind.

Die ältesten Wälder, von denen in den tiefsten Lagen der skandinavischen Torfmoore sich Ueberreste erhalten haben, bestanden aus Espen, ihnen folgten Kiefern, diesen Eichen, diesen Erlen, zuletzt Buchen, die bis zum heutigen Tag im Alleinbesitz der schönen Waldungen von Seeland geblieben sind. Die Aufeinanderfolge ist so gesetzmäßig, daß skandinavische Alterthumsforscher von einem Zeitalter der Kiefer, der Eiche, der Buche sprechen, die sich auch durch die Kunsterzeugnisse der gleichzeitigen Volksstämme unterscheiden lassen.[14]) Im östlichen Norwegen, wo die Buche nicht gedeiht, sind es die Erlen, die vom Nadelwald vertrieben wurden; an der warmen feuchten Westküste dagegen herrscht noch heutzutage die Erle in friedlicher Gesellschaft mit der Birke, der Espe, der Eberesche und schmückt mit fröhlichem Laubgrün die Thalgründe, während an den steilen Gehängen nur mühselig Fichten und Kiefern Fuß fassen. Aber auch diese beiden, obwohl stammverwandt, gerathen in Kampf, wo sie in den norwegischen Wäldern unter einander zerstreut leben; gewöhnlich ist die Fichte die stärkere und erstickt mit der Zeit den Gegner, indem sie ihm mit ihrem breitschattigen Geäst das Licht entzieht; nicht ohne Mitgefühl erblicken wir dann mitten im einförmigen Fichtenwald vereinzelte alte Kiefern, die sich knorrig krümmen und winden, um aus dem dunklen Fichtig hervor die belebenden Sonnenstrahlen zu erhaschen, endlich aber, nach vergeblichem Ringen, ohne Nachwuchs aussterben. Nur im hohen Norden, wohin die zärtlichere Fichte nicht zu folgen vermag, behält die Kiefer, der gefährlichen Konkurrentin ledig, allein das Feld, so daß sie von allen Bäumen dem Nordpol am nächsten kommt.[15])

In England liegen ganze Wälder von Kiefern und Edeltannen im Torfe eingeschlossen, die seitdem von seinem Boden verschwunden

sind; in Island und auf den Faröer werden aus dem Torf starke Birkenstämme ausgegraben, während diese Inseln heut baumlos sind und nur niedriges Buschwerk tragen.

Manche Geschlechter scheinen zu gänzlichem Untergang bestimmt. In alten Zeiten war die Eibe ein häufiger Waldbaum in Deutschland; ihr festes unverwesliches Holz fand eine allgemeine Verwendung zu Bogen und Armbrüsten, zu Speeren und Kannen; zählebig überdauerte sie oft ein Jahrtausend. Jetzt ist die Eibe im Aussterben begriffen, von den ehemaligen Eibenwäldern ist nur in den Namen von Dörfern und Fluren noch eine Spur erhalten; die wenigen, hier und da verstreuten alten Bäume haben keinen Nachwuchs. Conwentz hat nachgewiesen, daß auch die Wassernuß ausstirbt, die einst in weitester Verbreitung auf den Wassertümpeln der deutschen Waldmoore schwamm; im Torf vieler Gegenden findet man ihre dreihörnigen Früchte, wo sie lebend schon längst nicht mehr vorkommt.[16])

Wird ein Wald durch die Axt oder durch das Feuer plötzlich und gewaltsam vernichtet, so entwickeln sich auf dem entblößten Erdboden in der Regel nicht wieder die nämlichen Arten, welche früher den Bestand gebildet hatten, sondern ganz andere. Zum Theil sind es die ehemaligen Bürger des Bodens, die auf demselben schon angesessen waren, ehe die Waldbäume sie aus ihrem ererbten Besitz verdrängten; obwohl Jahrzehnte lang unterdrückt und verkümmert, hatten diese legitimen Eigenthümer geduldig auf den Moment geharrt, wo eine fremde, überlegene Macht sie in ihr Erbtheil wieder einsetzen würde; jetzt entwickeln sich mit einem Male die verborgenen Keime, die unterdrückten Stöcke und bemächtigen sich wieder des von der Usurpation befreiten Mutterbodens. Zum Theil sind es fremde Geschlechter, deren Samen der Wind oft aus weiter Ferne herbeiführt und die von dem herrenlos gewordenen Terrain Besitz ergreifen. Bei uns sind es zuerst Waldunkräuter, die auf der Waldblöße sich ansiedeln: Waldmiere, Habichtskraut,

Weidenröschen, Waldkreuzkraut, Schimmelkraut;[17]) zu ihnen gesellen sich die Keimlinge der Brombeeren, Weiden, Espen und Ebereschen; im folgenden Jahre haben die Waldgräser die Oberherrschaft; Disteln, Heidel- und Preiselbeeren breiten sich aus; allmählich erhebt sich ein Anflug von Gesträuch, und indem die kräftigsten nach Barbarensitte die Schwächlinge in ihrer Mitte ersticken, bildet sich in Kurzem die Waldschonung aus, und es pflegt dort ein Laubwald emporzuwachsen, wo früher Nadelwald gewesen, und umgekehrt.

IV.

Nicht bloß im Wettbewerb um Licht und Luft, um das Wasser und die Nährstoffe der Erde haben die Bäume des Waldes den Kampf ums Dasein zu bestehen; auch gegen Räuber und Mörder müssen sie sich wehren. Von den Schädigungen, die ihnen die Thiere, vor allem das Heer der Insekten, zufügen, wollen wir hier gar nicht sprechen; gefährliche Feinde bedrohen sie auch unter den Bürgern ihres eigenen Reiches, den Schmarotzerpflanzen und den Pilzen.

Im März und April brechen aus der modernden Laubdecke des Waldbodens die bleichen Blüthenstengel der Schuppenwurz hervor: die in eine dichte Aehre gedrängten, blaß fleischfarbenen Lippenblüthen sind alle einseitig zum Lichte gewendet. Sie entsprießen einem tief im Boden vergrabenen, vieljährigen und viel verzweigten Stock, der wie ein Fichtenzapfen mit weißen, fleischigen Schuppen in schraubigen Zeilen besetzt ist; seine Wurzeln drängen sich an die dünnen, im Boden hinlaufenden Waldbaumwurzeln, gleichviel ob von einer Eiche, einer Buche, Hasel oder Erle, und umspinnen sie mit einem dichten Netz; dann saugen sie sich gleich hundert Blutegeln an hundert Stellen der umklammerten Baumwurzel mit breiten Saugnäpfen fest. Aus jedem Saugnapf tritt ein keilförmiger Fortsatz heraus, der durch die Rinde der Nährwurzel hin-

durch bis zu deren Holzkörper vordringt, die im Wege stehenden Holzfasern durchbohrt und auflöst, sodann in ein Büschel feiner Saugfäden sich ausbreitet. So auf Kosten des Baumes reichlich ge-



Hanfwürger, Orobanche ramosa, an die Wurzeln einer Hanfpflanze angesaugt. Nach einer Photographie von R. Krull.

nährt, speichert die Schuppenwurz unter der Erde in ihren dicken Schuppenblättern Vorräthe von Stärkemehl auf, die im nächsten Frühjahr zur Entwickelung neuer Blüthenstengel verbraucht werden. Ein kräftiger Waldbaum mag den niedrigen Parasiten verachten, der

unter seinen Füßen kriecht; wenn aber die Schuppenwurz in einem Weinberg unausrottbar sich eingenistet und die Wurzeln der Rebstöcke anbohrt und aussaugt, kann sie viel Schaden anthun. Gefährlicher noch sind ihre nahen Verwandten, die Orobanchen, die im Walde und auf sonnigen Wiesen an den Wurzeln der verschiedenartigsten Gewächse, an Epheu oder Besenstrauch, an Thymian oder Walddistel schmarotzen; wenn sie aber verheerend in einem Felde wuchern, dann verdienen sie mit vollem Recht ihren Namen „Kleewürger, Hanfwürger, Bohnenwürger, Tabakwürger." Auch den Gräsern am Waldsaum, an deren Wurzeln Augentrost und Läusekraut, Wachtelweizen und Verneinkraut in unzählbaren Schaaren sich festsaugen, mag es oft schwer werden, die nöthigen Bildungssäfte für sich und ihre ungebetenen Mitesser zu bereiten.[18])

Ein anderer Feind setzt sich auf den Baumwipfeln fest. Wenn im Winter das Laub abgefallen, erblicken wir auf allerlei Bäumen, Pappeln, Weiden, Weißdorn oder Ahorn, selbst auf Kiefern und und Tannen die ellenhohen Büsche der Mistel, die gleich kolossalen Vogelnestern oft zu Hunderten auf den Aesten festsitzen und in den kahlen Wipfeln durch ihre immergrüne Belaubung auffallen. Jeder Busch ruht auf einem walzlichen Sockel, der sich wiederholt und immer wiederholt in grüne fingerlange Gabeläste auszweigt; an den Spitzen der obersten Auszweigungen befindet sich jedesmal ein Paar länglicher gelbgrüner Lederblätter, zwischen denen ein Knäuel unscheinbarer grünlicher Blüthen oder weiße Beeren von Erbsengröße sitzen. Alljährlich vergrößert sich der Busch, indem aus dem Grunde der Blätter ein neues Paar der Gabeläste sich abzweigt; nach dem zweiten Sommer fallen die Blätter ab.[19])

Schon der alte Theophrastos fand es wunderbar, daß die Mistel nicht, wie andere Gewächse, aus dem Erdboden, sondern aus einem fremden Baumaste herauswachse, wie ein Pfropfreis aus dem Wildlinge. Aber er kennt auch schon den Grund: Wildtauben und Drosseln verzehren die weißen Beeren; den unverdaulichen

Samen aber streichen die Vögel ab auf dem Aste, auf dem sie sitzen. Wenn der Same, der mit einer leimartigen Schleimhülle sich festklebt, keimt, so krümmt das Würzelchen sich allemal gegen den Ast und breitet hier sich in eine Haftscheibe aus; aus ihrer Mitte wächst ein spitzer Saugfortsatz heraus, der die Rinde des Astes durchbohrt und bis zur weichen Kambiumschicht vordringt; alsdann zweigen sich von dem Saugfortsatz lange grüne Wurzelstränge ab, die unter der Rinde parallel neben einander hinlaufen; von diesen Rindenwurzeln dringen zahlreiche Senker, gleich eingeschlagenen Nägeln in die jüngsten Holzschichten des Baumastes, der unter ihrer Reizung dick anschwillt. So wird der Parasit gleichzeitig durch die Rindenwurzeln mit den Bildungssäften des Baumes und durch die Senker mit dem Wasserstrom im Holzkörper



Mistel (Viscum album).
Zahlreiche Büsche auf den Aesten einer Schwarzpappel schmarotzend. Nach einer Photographie von R. Krull.

versorgt; was Wunder, daß er, mühelos ernährt, alljährlich ein neues Stockwerk von Gabelästen aufsetzt und auch aus den Rindenwurzeln zahlreiche Laubsprosse erzeugt, die, nach außen durchbrechend, mit der Zeit zu neuen Büschen heranwachsen.

Ein Gewächs von so seltsamer Natur mußte auf die Phantasie der Völker tiefen Eindruck machen; in der That ist die Mistel seit



Stück eines Mistelbusches mit Beeren.
Nach einer Photographie von R. Krull.

uralter Zeit von Mythen und Legenden umsponnen worden. So wenig wählerisch sonst die Mistel in Bezug auf den Baum ist, auf dem sie sich einnistet, so scheint sie doch gewisse Arten zu meiden; in den Gärten befällt sie mit Vorliebe den Apfelbaum, aber nur selten den Birnbaum; im Nadelwalde Kiefern und Tannen, aber nicht Fichten; auf Eichen ist sie in Deutschland noch niemals beobachtet worden. Aber in den Urwäldern des alten Galliens wuchs, wenn auch nur sehr selten, der Mistelbusch auch auf einer Eiche, wie das

noch heut in Frankreich vorkommt; ein solcher Ausnahmefall erregte die Gemüther des waldliebenden Volkes um so lebhafter, als die gallischen Priester, die Druiden, wie uns Plinius berichtet, ihren Gottesdienst stets in heiligen Eichenwäldern und bekränzt mit Eichenlaub verrichteten. Darum betrachteten sie die Eichenmistel als ein ganz besonders köstliches Geschenk des Himmels, das alles Uebel zu heilen vermöge, und das nur unter großen Feierlichkeiten in Empfang genommen werden durfte. Am Anfang eines neuen Jahres führten sie unter den von der Gottheit auserwählten Baum zwei weiße Stiere, die noch nie ein Joch getragen; dann bestieg der Priester, mit einem weißen Feiergewande bekleidet, den Baum und schnitt mit goldener Sichel die Eichenmistel ab, die mit einem weißen Tuch aufgefangen wurde; hierauf schlachteten die Priester die Stiere als Opfer und flehten die Gottheit an, daß sie die Himmelsgabe, mit der sie das Volk begnadigt, diesem zum Segen gereichen lassen möge. „So groß ist," so schließt Plinius seinen Bericht, „die Frömmigkeit der Völker in frivolen Dingen!" [20])

Ein Relikt des alten keltischen Mistelkultus scheint es, wenn noch heutzutage in Frankreich der Neujahrsgruß „A gui l'an neuf" (gui Mistel) gehört wird, und wenn in Paris um die Jahreswende Mistelbüsche massenhaft auf den Markt gebracht werden. Daß auch in England die Mistel bei der Feier des Julfestes zu Weihnachten eine allgemeine, für liebende Paare besonders erwünschte Rolle spielt, weist auch auf keltische Sitte zurück.

Sinnig ist die nordische Sage von der Mistel. Besorgt um das Leben ihres Sohnes Balder, hat Frigg alle Wesen, die auf der Erde oder im Wasser wohnen, in Eid genommen, daß sie dem geliebten Kinde nicht schaden würden. Die Mistel aber, die auf dem Baume wächst, hatte sie vergessen, und gerade diese benutzte der böse Feind Loki, um dem lichten Gotte den Tod zu bringen.

Schon Plinius bemerkt, daß die Mistel den Baum schädige, auf dem sie nistet, daß sie ihn aber nur sehr langsam zu tödten

vermöge. Verderblicher sind ihre Verwandten, die Loranthen, von denen mehr als fünfhundert verschiedene Arten die Bäume der tropischen Urwälder mit fremdartigen Laubbüschen und großen lebhaft gelben oder rothen Blüthen schmücken, während ihre klimmenden Stengel mit Reihen von Haftscheiben an ihrem Holzkörper sich festklammern und vampyrgleich ihr Opfer aussaugen und tödten.

V.

Doch bei weitem verderblicher als die großen blühenden Parasiten, die an den Wurzeln oder auf den Wipfeln schmarotzen, sind die Pilze. Auch der Baum des Waldes könnte sprechen:

„Nicht was lebendig kraftvoll sich verkündet,
Ist das gefährlich Furchtbare . . .
Ein unsichtbarer Feind ists, den ich fürchte.“

Unsichtbar wie die Sonnenstäubchen schweben die Sporen der Pilze in der Luft, der Wind trägt sie von Ort zu Ort; mit dem Staube fallen sie nieder auf die Bäume, die Sträucher und Kräuter des Waldes. Ein Thautropfen weckt in ihnen das schlummernde Leben; aus dem Sporenkügelchen wächst ein Keimfaden heraus, fein wie ein Spinnwebenfaden; aber er verlängert sich, verzweigt sich und entwickelt sich schnell zu einem zarten Fadengespinnst, zu einem Mycel. Es giebt unter den Pilzen Arten, die nur die Keimpflanzen angreifen und in den Saatkämpen Verheerungen anrichten; die meisten scheuen sich nicht, selbst alte Bäume anzufallen.[21]) Ueberzieht das Pilzmycel die Außenfläche der Blätter mit weißem oder schwarzem Schimmel, so wird es Mehlthau oder Rußthau genannt[22]); gewöhnlich aber bohrt es sich durch deren Oberhaut oder dringt durch die Spaltöffnungen in die Innengewebe der Nährpflanze, die es vergiftet und nicht selten tödtet. Wuchert der Pilz im Innern der Blätter, dann bekommen diese schwarze Flecken, verkrümmen sich und fallen ab; kommt dann endlich der Pilz zur Fortpflanzung, so durchbricht er wieder die Oberhaut des Blattes, um

seinen Sporenstaub in die Luft auszustreuen; dann erscheinen auf den befallenen Blättern schwarze Pusteln oder Streifen, wie bei dem Pilze, der die Schütte der Kiefern hervorruft.[23]) Sind es Rostpilze, welche die Blätter krank machen, so treten ihre Sporen meist als rothe Staubhäufchen heraus, wie wir sie an Fichten, Tannen, Kiefernadeln nur zu häufig antreffen; dann färben die Nadeln sich roth, die Aeste stehen bald kahl, und der Baum geht ein. Bei einer Rostart brechen rothe Blasen massenhaft an einander gedrängt aus der Rinde der Kiefer; ein anderer Rostpilz wuchert in den jungen Trieben der Tanne und reizt sie zu übermäßigen Aussprossungen und Verzweigungen; alsdann schwellen an den Aesten und selbst am Stamme dicke krebsartige Beulen, und im Wipfel der Tanne entwickeln sich ellenhohe, nestartige Zweiggewirre, die das Volk als Hexen- oder Donnerbesen bezeichnet.[24])

Viele Rostpilze wechseln ihre Wohnung im Verlaufe des Sommers; erst wuchern sie in Waldkräutern, ehe sie in verwandelter Gestalt auf die Bäume übersiedeln. Ein Rostpilz, der die Stengel der Preiselbeere anschwellen macht, erzeugt, wenn seine Keime auf die Tanne übertragen werden, auf deren Nadeln rothen Becherrost. Der Rostpilz des wilden Rosmarin steckt die Nadeln der Fichten, unter deren Schatten er sich entwickelt, mit Becherrost an. Die Blätter des hochwüchsigen, goldstrahligen Körbchenblüthers in unseren Wäldern, den das Volk Mägdeheil nennt, bekommen im Juni gelbe Rostflecke, an denen die Kiefern sich anstecken, so daß ihre Nadeln im folgenden Frühjahr mit röthlichgelben Ausschlagspusteln erkranken. Selbst gegenseitig können sich Bäume infiziren; wenn die von einem Rostpilz befallene Espe an ihren Blättern kleine gelbe oder schwarze Pünktchen zeigt, die bald das Abfallen des Laubes herbeiführen, so steckt sie mit dem Sporenstaub die in der Nähe befindlichen Kiefern an, deren Nadeln im nächsten Jahre am Drehrost erkranken; wenn sie nicht kräftig genug sind, sterben die Bäume ab. Ebenso werden Birnbäume und Ebereschen von dem

zierlichen, aber sehr verderblichen Gitterrost befallen, wenn sie von benachbartem Wachholder oder Sadebaum angesteckt worden sind.[25])

Jedermann weiß heutzutage, daß die kleinste Wunde am Finger lebensgefährlich werden kann, wenn nicht durch antiseptischen Verband der Blutvergiftung vorgebeugt wird. Durch Goeppert und Robert Hartig aber haben wir gelernt, daß offene Wunden auch den kräftigsten Baum zu Grunde richten können, wenn nicht durch pilztödtende Behandlung das Eindringen krankheiterzeugender Parasiten unmöglich gemacht wird. Vor Allem sind es die Löcherschwämme, denen im Walde die ältesten Bäume zur Beute werden, gleichviel ob Laub- oder Nadelholz, Eichen oder Buchen, Birken oder Kiefern. Wo immer die inneren Gewebe des Stammes durch Wildverbiß, durch Astbruch, durch unvorsichtiges Zurückschneiden bloß-



Glattabgeschnittener Ast einer Eiche; die Wunde ist durch Ueberlagerung neuer Jahresringe vollkommen überwallt und verheilt.
Nach einer Photographie von R. Krull.

gelegt werden, da siedeln sich die Sporen der Löcherschwämme an; ihre feinen vielverzweigten Keimschläuche durchwuchern gewöhnlich zuerst das weiche Markgewebe des Baumes, das die Achse des Stammes einnimmt; von hier treten sie in die strahlig von der Mitte nach außen verlaufenden Markstrahlen, um von diesen aus in die Fasern, die Tracheïden und Gefäße des Holzes einzudringen. Indem das Mycel des Schwammes aus dem Holze die für seine Ernährung verwendbaren Bestandtheile aussaugt, verwandelt es das Holz in eine braune, in anderen Fällen in eine weiße, leicht zerreibliche und brüchige Masse; der Stamm wird kernfaul, er verrottet in seinem Innern und wird endlich hohl, während die äußeren Jahresringe, bis zu denen die Zerstörung noch nicht vorgedrungen, ihren festen Bau noch lange behalten können. Aber auch sie werden durch die weiter und weiter nach außen vordringenden Fäden des Pilzmycels früher oder später verrottet;



Abgebrochener Ast einer Eiche; auf der Wundfläche haben sich Löcherschwämme (Polyporus) angesiedelt, deren Mycel, an der weißlichen Farbe erkennbar, ins Innere des Holzkörpers eingedrungen ist und diesen zur Verrottung gebracht hat; die später gebildeten Jahresringe vermochten die Wunde nicht zu schließen.

Nach der Natur photographirt von Krull.

dann hält nur noch die Rinde die Scheingestalt des Stammes zusammen, und der nächste Sturm wirft die inwendig schon vermoderte Baumleiche zu Boden. So lange der Schwamm im Innern des Holzkörpers sein Zerstörungswerk betreibt, macht er sich außen nur durch die Wipfeldürre und das Absterben einzelner Aeste bemerklich; aber bald drängt er sich zur Fortpflanzung hin-



Querschnitt eines Buchenstammes (Fagus silvatica); der größte Theil des Holzkörpers ist durch das eingedrungene Mycel des Zunderschwammes (Polyporus fomentarius) in eine weiße, leicht zerreibliche Masse verrottet (Weißfäule); nur die äußersten Jahresringe sind teilweise noch gesund; bei a dringt das Mycel nach außen, um einen Fruchtkörper (Hut) zu bilden.
Nach einer Photographie von R. Krull.

aus; die Mycelfäden treten durch ein Astloch oder einen Rindenriß an die Oberfläche und verflechten sich hier zu großen pferdehufähnlichen Fruchtkörpern, die wie umgekehrte Konsolen am Stamm festsitzen: weich und schwammig oder hart und holzig, auf der gewölbten Oberseite grau, braun, geringelt oder beschuppt, auf der

ebenen Unterfläche wie ein Sieb fein durchlöchert. In den Löchern öffnen sich feine Röhrchen, die, dicht an einander gedrängt, die Masse des Fruchtkörpers ausfüllen und in deren Innerem sich zahllos die weißen oder zimmtbraunen Sporen entwickeln. Massenhaft als Staub fallen sie aus den Löchern heraus; der Wind trägt sie



Stück eines vom Zunderschwamm angegriffenen, inwendig durch Weißfäule verrotteten Birkenstammes, an dem bei aaa die hufähnlichen Fruchtkörper hervorgebrochen sind. $^{1}/_{1}$ nat. Größe. Nach einer Photographie von R. Krull.

als Ansteckungskeime von Baum zu Baum, so daß ganze Bestände durch sie zu Grunde gerichtet werden.[26])

VI.

In so heftiger Fehde aber auch alle Kräuter und Bäume, die ein Land bewohnen und die Flora desselben zusammensetzen, unter einander und mit den Pilzen leben, so fest halten dieselben zusammen, wenn ein Geschlecht aus fremdem Lande sich zwischen ihnen eindrängen will. In dieser Beziehung huldigen alle Pflanzen dem krassesten Kirchthurmpatriotismus; jeder Fremdling ist ihnen ein Feind, der sie in ihren Privilegien bedroht und den sie sich

mit allen Kräften vom Leibe zu halten suchen. Daher ist nichts schwerer, als ein fremdländisches Gewächs bei uns einzubürgern. Die Kulturpflanzen unserer Gärten und Felder werden schon seit Jahrtausenden angebaut; wo der Mensch für dieselben den Boden vorbereitet, das heißt, wo er mit Pflug und Egge die Opposition der einheimischen Gewächse radikal vernichtet hat, da gelingt es ihm auch, seine Pfleglinge zur Entwickelung zu bringen, und sie erstatten ihm ihren Dank für seinen Schutz durch reichliches Blühen und Fruchttragen. Dennoch haben sie sich nirgends das Indigenat erwerben können, sie vermögen nicht, sich selbständig zu erhalten; wenn der Mensch seine Hand von ihnen zieht, so erhebt sich wider sie sofort die Verfolgung der einheimischen Gewächse, und nach ein bis zwei Jahren sind die schutzlosen Fremdlinge wieder ausgerottet.[27]) Sind ja doch die angebauten Gewächse selbst auf ihrem Acker nicht vor den Angriffen ihrer Feinde gesichert, die sie auf ihrem eigenen Grund und Boden aufsuchen, zwischen ihnen sich einnisten und ihnen Saft und Kraft rauben; was würde aus unseren Rüben-, unseren Kartoffelfeldern werden, wenn sie nicht sorgfältig von Unkraut gesäubert würden? Die meisten Unkräuter theilen freilich das Schicksal der Kulturpflanzen; sie sind eben so wenig bei uns einheimisch als diese, sondern aus fremden Ländern, theils vor uralten Zeiten, theils erst seit Menschengedenken mit den angebauten eingeschleppt worden und werden Jahr aus Jahr ein zugleich mit diesen, freilich wider Willen und Wissen des Menschen, ausgesät. Kornblume, Kornrade, Rittersporn, Klatschrose, Hederich, Wucherblume, Taumellolch, Trespe, Flachs- und Kleeseide und ihre Konsorten dürfen es nicht wagen, sich von den Aeckern zu entfernen und in das Gebiet der einheimischen, wilden Flora einzudrängen; sie werden erstickt und vertilgt, ehe sie noch dazu gekommen, Samen hervorzubringen. Nicht besser ergeht es den Zierpflanzen, den fremden Gehölzen unserer Parke; obwohl vielen von ihnen offenbar das europäische Klima zusagt, so wird ihnen doch ebenso wenig erlaubt, ihren

Gartenzaun zu überschreiten, als es etwa den Löwen und Tigern der zoologischen Gärten gestattet würde, sich bei uns einheimisch zu machen. Wie kräftig gedeihen, wie reichlich blühen und fruchten die Roßkastanien und Robinien überall auf unseren Promenaden und Alleen, in die sie seit zwei- bis dreihundert Jahren eingeführt sind; und doch gelingt es diesen Fremdlingen niemals, unter die freien Bäume unserer Wälder zu desertiren, die sich die fremden Konkurrenten mit Energie vom Halse zu schaffen wissen.[28])

Man hat selbst absichtlich an vielen Orten, um Berlin, Genf, Paris, Montpellier viele hunderte von ausländischen Gewächsen in großen Massen ins Freie ausgesät, um sie daselbst einzubürgern, aber niemals haben diese Versuche Erfolg gehabt. In der Nähe von Montpellier, einem altberühmten Sitze botanischer Forschungen, liegt der Port Juvenal, ein Hafen, wo die ehemals aus der Levante, jetzt meist aus Buenos Ayres, vom Kap, den Ländern des Pontus und aus Algier eingeführte Wolle vor ihrer weiteren Verarbeitung am Strande gewaschen und getrocknet wurde. In der Wolle stecken zahlreiche Pflanzensamen, die in der Heimath jener Schafe an ihren Vließen hängen geblieben waren; wenn die Samen auf den feuchten Boden fallen, keimen sie und entwickeln sich unter dem warmen Himmel mit Leichtigkeit; so hat man in diesem Hafen 387 ausländische Pflanzen nachgewiesen, die der Flora Frankreichs fremd sind; aber nur ein bis zwei unter ihnen haben sich wirklich eingebürgert, die übrigen sind nach ein paar Jahren wieder verschwunden. Aehnliche Beobachtungen sind auch in Deutschland in den Wäschereien ausländischer Wollen gemacht worden.[29])

Der Grund, weshalb eine Naturalisation fremdländischer Gewächse auf europäischem Boden so schwer gelingt, liegt offenbar darin, daß unser Welttheil übervölkert ist, nicht bloß mit Menschen, sondern auch mit Pflanzen. In Folge einer mehrtausendjährigen Kultur und des geebneten Verkehrs, welcher auch den Pflanzen zu Gute kommt, sind auf unserem Boden alle die Arten bereits an-

gesiedelt, die noch ein leeres, für sie passendes Plätzchen finden konnten; den neuen Ankömmlingen ergeht es, wie dem Poeten bei der „Theilung der Erde"; sie finden die Welt bereits vergeben. Merkwürdigerweise ist es aber einigen amerikanischen und russischen Pflanzen in den letzten Jahrhunderten doch gelungen, den Baum zu durchbrechen, welcher unsere Flora gegen alle Ausländer absperrt. Es ist, als ob jene hartnäckige Expansivkraft, welche diese beiden Nationen auszeichnet, auch ihren Pflanzen zukomme. So hat das kanadische Erigeron, von dem ein Same im Jahre 1614, angeblich in einem ausgestopften Vogelbalge, zu uns herüberkam, zuerst im Süden, von da aus über alle Länder Europas sich ausgebreitet, ist bei uns ein gemeines Unkraut geworden, hat längst den Ural überschritten, ist bis zum Altai vorgedrungen, und indem es mit besonderer Vorliebe die Eisenbahndämme begleitet, wird es wohl bald mit der sibirischen Bahn die große Tour über den Erdkreis zurückgelegt haben. Die schöne gelbblühende Nachtkerze, welche ebenfalls aus Nordamerika stammt, liebt es dagegen, den Ufern der Flüsse zu folgen: obwohl sie erst 1619 in einen botanischen Garten eingeführt wurde, hat sie doch bereits in ganz Europa von den Südküsten Frankreichs bis nach Mittelrußland hinein sich eingebürgert und steht eben im Begriff, den Kaukasus zu übersteigen.[30]) Längs der Flüsse haben sich noch mehrere nordamerikanische Präriengewächse verbreitet, meist aus der Familie der Körbchenblüther: Astern mit weißen oder lila Blüthenköpfen, goldblumige Rudbeckien, kanadische Goldruthen, mit ihnen auch gelbe braunfleckige Gauklerblumen und großblumige Collomien. Einem unscheinbaren Körbchenblüther, Galinsoga parviflora, die ursprünglich in den Hochgebirgen von Peru zu Hause ist, glückte es erst im Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts, aus dem Berliner botanischen Garten ins Freie zu gelangen, und jetzt hat sich dieselbe überall in Deutschland, von Königsberg bis zum Bodensee, im zweimeiligen Umkreise botanischer Gärten auf den Feldern einheimisch gemacht. Ebenfalls aus den botanischen Gärten

hat sich im Laufe dieses Jahrhunderts ein sibirisches „Rühr mich nicht an“ ins Freie geflüchtet, dessen grüne, schotenähnliche Früchte bei der leisesten Berührung elastisch zerspringen und die Samen fortschleudern; es ist gegenwärtig in der Umgebung aller Universitätsstädte eingebürgert und hat hier und da auf Friedhöfen, am Gartenrande, in Parkanlagen die einheimischen Pflanzengenossenschaften völlig verdrängt.[31]) Dagegen hat das Frühlingskreuzkraut, das zuerst im Jahre 1826 aus Rußland in die Felder von Oberschlesien, seit 1850 auch nach Ost- und Westpreußen, Brandenburg, Posen und Pommern einwanderte, auf dem rechten Oderufer sich zu einer Landplage vermehrt, deren die Landwirthe vergeblich sich zu erwehren suchen; die Oder selbst hat es im südlichen Schlesien noch nicht überschritten; in Norddeutschland dagegen ist es bereits bis in die Lüneburger Heide vorgedrungen. In neuester Zeit hat sich bei uns das hohe, zweigablige Leimkraut mit südrussischer Kleesaat angesiedelt.[32])

In den Ländern des Mittelmeeres sind, wie wir schon früher berichtet, die mexikanische Agave, bekannter unter dem Namen der hundertjährigen Aloe, und der westindische Feigenkaktus dergestalt naturalisirt, daß sie geradezu als Charakterpflanzen für die Landschaften Südeuropas oder des Orients gelten, und doch steht fest, daß beide erst in der zweiten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts in die botanischen Gärten Italiens eingeführt worden sind.[33]) Der Kalmus dagegen, der heutzutage den Rand unserer Teiche und stillen Flüsse umsäumt, wurde zuerst 1574 von Clusius, dem größten Botaniker jener Zeit, in seinem Garten zu Wien angepflanzt, nachdem er einen Wurzelstock aus der Türkei durch die kaiserlichen Gesandten in Konstantinopel, Augier de Busbecque, Freiherr David von Ungnad und Rym, erhalten hatte; aber schon gegen Ende des Jahrhunderts war der Kalmus in Deutschland so gemein geworden, daß mancher Apotheker jährlich einen Centner kandirter Kalmuswurzeln verkaufte.[34]) Die Seidenpflanze, deren Anbau neuerdings

in Südrußland wegen ihrer langen, schimmernden, seidenartigen Samenkrone und werthvollen Bastfaser in größerem Maßstabe versucht wurde, ist im ganzen südlichen Europa, in Aegypten und Vorderasien ein so verbreitetes Unkraut, daß Linné sie daselbst für einheimisch hielt und ihr den Namen der syrischen Asclepias beilegte; erst in neuerer Zeit wurde ermittelt, daß Kanada und die gemäßigten Staaten Nordamerikas ihr wahres Vaterland seien.[35])

Das neueste Beispiel für den glänzenden Erfolg einer nordamerikanischen Kolonisation bietet die zierliche, unter dem ominösen Namen „Wasserpest“ allbekannte Aquariumpflanze, Elodea canadensis, die in den Flüssen von Kanada bis zum Mississippi einheimisch ist. Zum ersten Male erschien sie in Europa im Jahre 1836 in einem Teiche Irlands, unmittelbar nach der Auspflanzung nordamerikanischer Wassergewächse, unter denen wahrscheinlich auch ein Sproß der Elodea verborgen gewesen war. Aber schon im selben Jahre hatte sie ihren Teich dergestalt ausgefüllt, daß, um ihn zu reinigen, ganze Tonnen des fremden Unkrautes fortgeschafft werden mußten. Fünf Jahre später zeigte sie sich zerstreut in mehreren Seen Schottlands und Englands; indem sie zwischen den Jahren 1841 und 1854 in dem zusammenhängenden Kanalsystem von Mittelengland nach allen Richtungen sich verbreitete, vermehrte sie sich allerwärts so massenhaft, daß sie die Fischerei, die Schifffahrt, das Oeffnen und Schließen der Schleusen hinderte, ja hier und da den Abfluß des Wassers aufstaute und dadurch Ueberschwemmungen verursachte; was Wunder, daß die neue Land- oder vielmehr Wasserplage in England den Namen Wasserpest erhielt! Zwei Jahrzehnte lang vermochte der amerikanische Fremdling nicht über den Aermelkanal zu gelangen; aber die botanischen Gärten, die von jeher die Ansteckungsherde für Einschleppung neuer Unkräuter gewesen, bauten ihm schließlich eine Brücke nach dem Festlande. Ein Berliner Botaniker ließ sich 1854 die Pflanze zur Untersuchung aus England schicken; drei Jahre später hatte sie sich bei Sanssouci in

der Nähe von Potsdam im Freien angesiedelt und war, immer weiter um sich greifend, bis 1864 in die Havelseen gedrungen, die rasch von ihr ausgefüllt wurden, und deren klare Wasserspiegel sie in grüne Wiesen verwandelte; bald zeigte sie sich im ganzen Laufe der Havel, von ihrer Quelle an der mecklenburgischen Grenze bis zu ihrer Mündung, ebenso in der Spree und allen mit ihr in Verbindung stehenden Kanälen, und sie drang selbst in die Elbe vor; in Hamburg nahm sie vom Alsterbassin Besitz; von Stettin aus nistete sie sich in der Dammschen See, Oder und Dievenow und von Breslau aus in zahlreichen Teichen Schlesiens ein; von Gent aus hatte sie schon seit 1858 die flandrischen Kanäle in Beschlag genommen. Eine Zeitlang fürchtete man, die neue Wasserpest werde alle Gewässer Europas ausfüllen; doch hat sie merkwürdiger Weise seit 25 Jahren keine weiteren Fortschritte gemacht; vielmehr beginnt sie an vielen Orten, wo sie eine Zeitlang in gefährlicher Wucherung sich ausgebreitet hatte, schon wieder zu verschwinden. Ihre ungeheure Vermehrung ist bisher allein durch Sprosse und Winterknospen bewirkt worden; denn in Europa hat die Elodea noch niemals Samen getragen, konnte auch keinen bringen, da nur Weibchen, aber keine männlichen Pflanzen in Europa existiren.[36])

Man hat berechnet, daß seit der Entdeckung Amerikas im Ganzen vierzig Pflanzen von dort das europäische Bürgerrecht erworben haben, außerdem noch zehn Arten aus anderen Welttheilen, was bei den mehr als 20 000 ausländischen Gewächsen, die in unseren Gärten kultivirt werden, gewiß nur sehr wenig ist. Ganz anders stellt sich das Verhältniß, wenn wir untersuchen, wie viele Pflanzengeschlechter die übrigen Welttheile aus Europa empfangen haben. Hier ergiebt sich die merkwürdige Thatsache, daß Amerika und die anderen überseeischen Kolonien nicht bloß von den Menschen, sondern gleichzeitig auch von den Thieren und Pflanzen Europas kolonisirt werden.

Wenn der Indianer der nordamerikanischen Prärien, wenn der

Ureinwohner der oceanischen Inseln vor dem eingewanderten Europäer dahinstirbt, so schreiben wir dies unserer überlegenen Intelligenz oder den giftigen Wirkungen zu, welche die Laster der Civilisation bei ihrer Uebertragung auf unvorbereiteten Boden ausüben. Wie aber erklärt es sich, daß auch die eingeborene Flora und Fauna jener Welttheile mehr und mehr dahinschwindet, während die von Europa eingewanderten Thiere und Pflanzen in ungeheurer Vermehrung ihre Stelle einnehmen, nicht bloß da, wo sie unter dem übermächtigen Schutze des Menschen verbreitet werden, sondern auch da, wo sie seinem Joche entflohen und in den Zustand der Wildheit zurückgetreten, in der Konkurrenz gegen ihre Mitgeschöpfe allein auf die eigenen Kräfte angewiesen sind? Nur vermuthen können wir, daß in den Kontinenten von Australien und Amerika, auf den zerstreuten Inseln des Atlantischen und Stillen Meeres bis zum Erscheinen der Europäer die Thier- und Pflanzenwelt eines älteren Zeitalters der Erde sich erhalten hat, die ihre Zeit bereits ausgelebt und die nun den jüngeren Geschlechtern unseres Erdtheils Platz machen muß.

Die unermeßlichen Grasfluren, die Prärien und Pampas von Nord- und Südamerika werden heutzutage von verwilderten Pferden bewohnt, die ihren altspanischen Adel längst aufgegeben, in Gesellschaften von 10 000, jede Truppe von einem Häuptling angeführt, in zügelloser Freiheit dahinschweifen. Noch zahlreicher sind die wilden Rinder, die in den argentinischen Staaten in Heerden von 20 000 bis 40 000 zusammen weiden, und doch stammen dieselben angeblich von sieben Kühen und einem Stiere, die im Jahre 1556 von Salamanca nach Südamerika eingeführt wurden und in die Urwälder entliefen. Die wilden Heerden müssen sich jetzt gegen die wilden Hunde vertheidigen, die, ihr ehemaliges Hüteramt vergessend, rudelweise die Pampas auf ihren Raubzügen durchstreifen; sie sind, den Spruch „vom Sklaven, wenn er die Kette bricht“, bewahrheitend, selbst ihrem ehemaligen Herrn, dem Menschen,

so gefährlich geworden, daß in St. Domingo auf den Kopf eines wilden Hundes ähnliche Preise gesetzt sind, wie in Europa auf seinen Vetter, den Wolf. Ebenso ist das Schwein in den Wäldern der Antillen und des benachbarten Festlandes verwildert, und indem es mit dem Sklavenjoch auch die Zeichen der Knechtschaft, den plumpen Gang, die hängenden Ohren, das feige Temperament fahren ließ, ist es seinem Stammvater, dem Eber, wieder ähnlich geworden und wird selbst den menschlichen Ansiedelungen furchtbar. Auf den Inseln des Stillen Meeres haben sich die Ziegen angesiedelt; auf St. Juan Fernandez an der Westküste von Chile stammen dieselben von jenem weltberühmten Paar, das dem, durch de Foe unsterblich gewordenen „Robinson Crusoe" gehört hatte. Als dieser im Jahre 1709 nach Europa zurückkehrte, ergriffen die Ziegen unbeschränkten Besitz von der menschenleeren Insel und vermehrten sich so außerordentlich, daß sie den früher auf ihr verbreiteten kostbaren Sandelbaum ausrotteten; wenige Jahre später mußten Hunde auf der Insel ausgesetzt werden, um womöglich die Ziegen wieder zu vertilgen, weil sie den Flibustiern, welche damals die amerikanischen Gewässer unsicher machten, eine reichliche Verproviantirung gewährten. Selbst unsere Biene hat sich in den Urwäldern Amerikas eingebürgert; da sie dem Europäer überall zu folgen scheint, bezeichnet sie der rothe Mann als die Fliege des Weißen. Die siegreiche Ausbreitung europäischer Thiere in fernen Welttheilen tritt erst in das rechte Licht, wenn wir das allmähliche Verdrängen der eingeborenen Fauna daneben stellen, von der gar manches Geschlecht seit der Annäherung der Europäer seiner Ausrottung sichtlich entgegengeht.

Und sonderbar! ganz dieselbe Erscheinung wiederholt sich auch in der Pflanzenwelt. Da verläßt ein Schiff den Hafen, Erzeugnisse der europäischen Industrie oder Auswanderer nach einer überseeischen Kolonie zu führen. Aber gleichzeitig mit den Menschen und den Waaren, wenn auch ohne Paß und Passagierschein, machen

die Reise eine Anzahl europäischer Pflanzen mit, deren Samen im Ballast, in den Verpackungen, in hundert Schlupfwinkeln verborgen liegen. Hat das Schiff den Ort seiner Bestimmung erreicht und ist es den Samen beim Ausladen der Fracht gelungen, den festen Boden zu betreten, so fassen die Einwanderer sofort Fuß am Landungsplatze und beginnen von hier aus einen Eroberungskrieg gegen die einheimische Vegetation; an vielen Orten ist es ihnen geglückt, dieselbe zu verdrängen, ja gänzlich zu vertilgen. Gleichzeitig mit den Rindern und Pferden von Andalusien haben auch die südeuropäische Artischoke und Mariendistel von der Banda oriental Besitz ergriffen und die eingeborenen Kaktus und Ananaspflanzen in meilenweiten Revieren vertrieben. In den Prärien von Virginien hat sich unsere gemeine Natterzunge niedergelassen, und zwar so massenhaft, daß weite Flächen zur Zeit ihrer Blüthe gleich einem blauen Teppich leuchten. Auch unser gelbes Leinkraut, das erst 1814 in Boston einwanderte, ist seitdem eine unvertilgbare Plage der nordamerikanischen Wiesen und Wälder geworden.[37]) Seit 230 Jahren sind 260 europäische Pflanzen in Nordamerika eingebürgert, und wenn man bedenkt, daß der Verkehr zwischen den beiden Welttheilen und somit auch der Transport der Pflanzen noch in unabsehbarem Steigen begriffen ist, und daß fortdauernd neue Gebiete des Urwaldes den europäischen Kulturpflanzen und gleichzeitig auch den europäischen Unkräutern zugänglich gemacht werden, so läßt sich voraussehen, daß in einigen Jahrhunderten die Flora der neuen Welt ebenso vollständig europäisirt sein wird, wie es die menschliche Bevölkerung schon heute ist. Schon jetzt berichtet der gründlichste Erforscher der nordamerikanischen Flora, Asa Gray: „Wer aus Europa kommend, das atlantische Ufer von Nordamerika betritt, findet die Flora auf den ersten Blick kaum verschieden von der altheimischen: dieselben Kulturgewächse auf den Feldern, dieselben Bäume in den Gärten und Parken, dasselbe Wollkraut, Schafgarbe, Spitzwegerich, Klee an jedem Rain — ganz so wie in Europa. Doch alle diese

Arten sind aus Europa eingewandert; wo immer in Amerika eine neue Ansiedelung angelegt wird, siedeln sich auch europäische Pflanzen mit an, und sie reisen mit der Eisenbahn nach dem Far-West."

Auch in den Kolonien von Australien und Neuseeland haben sich zahlreiche europäische Pflanzen angesiedelt, indem sie von den Häfen aus nach allen Richtungen hin um sich griffen und die einheimische Vegetation stellenweise gänzlich verdrängten. Unsere Erdbeere wurde im vorigen Jahrhundert im Kafferlande ausgepflanzt; seitdem hat sie sich so vermehrt, daß zur Zeit ihrer Reife weite Ebenen von den rothen Früchten schimmern. Die Insel St. Helena war bei ihrer Entdeckung im Jahre 1501 von 61 Pflanzenarten bewohnt, die mit Ausnahme von einer oder zweien dieser Insel ausschließlich angehörten und sonst nirgends in der Welt gefunden worden sind. Ein großer Theil von diesen Gewächsen wurde alsbald von den aus Europa eingeführten Ziegen ausgerottet; mehrere Arten hatten sich auf einzelne Felswände gerettet und noch bis zum Anfang dieses Jahrhunderts erhalten; inzwischen sind sie von der aus Europa und aus der Kapkolonie eingewanderten Pflanzenbevölkerung so vollständig verdrängt worden, daß nur im Herbarium zu Kew sich Reste dieser heut ausgestorbenen Flora erhalten haben, die aus baumförmigen Körbchenblüthern, Wegerichsträuchern, Baumfarnen und anderen seltsamen Gewächsen bestand; sie haben das Schicksal des Vogels Dronte von den Maskarenen und der riesigen Moavögel von Neuseeland, oder der Guanchesvölker auf den kanarischen Inseln, der Tasmanier auf Vandiemensland getheilt.

Es ist allerdings hauptsächlich nur eine gewisse Klasse von Pflanzen, die unsere Auswanderer begleiten, wie sie sich auch in unserer Heimath überall an die Menschen hängen und in der Nähe unserer Wohnungen sich ansiedeln. Durch den reicheren Gehalt des Bodens an Kochsalz, Salpeter und Ammoniak, die sich aus den faulenden Abfällen entwickelt, wird der größte Theil der Pflanzen aus der Nähe des Menschen vertrieben, während andere Arten gerade darin

ihre zusagende Nahrung und in Folge dessen üppigeres Gedeihen finden. Wenn der Mensch eine Brandstätte mitten im Walde oder einen Wiesenfleck für sich in Besitz nimmt, um darauf sein Haus zu bauen, so verjagt er in einem gewissen Umkreise die hier ursprünglich eingesessenen Pflanzen; sie scheinen in angeborenem Freiheitssinn seine Nähe zu fliehen und weichen vor ihm ebenso schnell zurück, wie Reh und Specht und alle die freien Thiere des Waldes; niemals wird man in den Gassen des Dorfes eine Wald- oder Wiesenblume finden; selbst das Gras, das auf Dächern oder zwischen den Pflastersteinen hervorsprießt, ist eine eigenthümliche Art, von dem der Wiesen verschieden.[38]) In die unmittelbare Nähe des Menschen drängen sich nur Gewächse von verdächtigem, schmutzigem Charakter, stets nutzlos, oft giftig, von sklavischer Natur, die sich nicht daran kehren, wenn sie täglich von unseren Füßen getreten werden, so lange sie nur von dem Abfall, der den Boden um unsere Wohnungen düngt, sich mästen dürfen; sie bilden die Pariakaste des Pflanzenreichs, die Klasse der Unkräuter, der Schutt- oder Ruderalpflanzen: Schierling, Nachtschatten, Bilsenkraut, Stechapfel, Spitzklette, Kamille, Brennnessel, Gänsefuß, Glaskraut, Mäusegerste und viele andere.[39]) Oft überrascht uns auf einsamer Alpe ein Fleck mit besonders üppiger Vegetation, ganz verschieden von dem zierlichen Bau der Alpenpflanzen; Nesseln, Vogelmiere, Kreuzkraut, Distel, Wegegras bilden eine fremdartige Gesellschaft; es ist dies ein sicheres Zeichen, daß einst ein Hirt an dieser Stelle seine Hütte aufgeschlagen.

Alle diese Unkräuter und Schuttpflanzen zeigen eine wunderliche Anhänglichkeit an den Menschen, sie folgen ihm auf seinen Wanderungen über Land und Meer bis in die fernsten Welttheile; sie fürchten weder die Gluth der Tropensonne, noch die Winter der Polarzone. In Rio Janeiro und in der Kapstadt, in Grönland und am Kap Horn wachsen die nämlichen Unkräuter um die Häuser und Gärten, wie bei uns; sie sind wahre Kosmopoliten, überall zu finden und doch nirgends einheimisch. Bekannt-

sich theilen im Reiche der Thiere diejenigen Arten, die man mit dem wenig schmeichelhaften Namen des Ungeziefers belegt, die gleiche Anhänglichkeit an den Menschen, wie die Unkräuter; auch das Heer Beelzebubs,

„Des Herrn der Ratten und der Mäuse,
Der Flöhe, Fliegen, Wanzen, Läuse",

ist durch die Europäer über die ganze Erde verbreitet worden.

Mancher Völkerstamm hat seine besonderen Unkräuter, die ihn auf seinen Heereszügen begleiten und von seiner Anwesenheit noch Zeugniß geben, wenn vielleicht die historischen Dokumente verstummt sind. So haben die Mauren in Spanien afrikanische Unkräuter zurückgelassen, so ohne Zweifel Mongolen und Tataren bei ihren Wanderzügen, die sie bis vor die Thore von Liegnitz führten, Steppenpflanzen aus Asien bei uns eingeschleppt. Wenn die Pariser den Besuch der russischen Heere im Jahre 1814 vergessen haben, so könnten sie daran durch die orientalische Zackenschote erinnert werden, welche damals in Begleitung der Kosaken sich bei ihnen ansiedelte; eine Steppenpflanze des Dnieper ist damals bis in die Nähe des Rheins bei Schwetzingen vorgedrungen; auch nach dem letzten Kriege blieben nach Abzug des deutschen Heeres einige hundert östliche Pflanzen vor den Wällen von Paris zurück, die jedoch seitdem alle wieder verschwunden sind. Wer angesichts der heutigen Ohnmacht des türkischen Staates daran zweifeln wollte, daß einst die Osmanen das Herz des österreichischen Kaiserreiches bedrohten, dem könnte dies schon durch das Vorkommen des syrischen Euclidium an den Wällen der ungarischen Festungen bis an die Linien von Wien in das Gedächtniß zurückgerufen werden.[40]) Mitten im nordamerikanischen Urwald findet sich oft eine Blöße, auf der europäische Unkräuter wuchern; sie bezeichnen die verlassene Ansiedelung eines Europäers; vom Wegerich glaubt der Indianer, daß er aus den Fußstapfen des weißen Mannes hervorsprosse, weil er denselben auf Schritt und Tritt begleitet. Als Nordenskiöld

im Jahre 1880 den einstigen Niederlassungen der alten Wickinger auf Grönland nachforschte, fand er von ihnen keine andere Spur mehr, als Brennnessel und Gänsefingerkraut, die, gleichwie sie noch heutzutage rings um die norwegischen Bauernhöfe wuchern, so auch in jenen arktischen Niederlassungen sich angesiedelt hatten; sie haben auf dem eroberten Boden neun Jahrhunderte lang ausgehalten, während alle übrigen Reste jener Kolonisation längst verschwunden sind. Die Ereignisse der letzten Jahrzehnte haben nicht bloß dem Welthandel die Pforten von China und Japan geöffnet, sondern auch unseren Unkräutern den Zugang nach den Reichen der Mitte und des Sonnenaufganges erschlossen. In der Flora jeglichen Landes ist zugleich die Geschichte desselben von den ersten Einwanderungen seiner Urbewohner bis auf die jüngsten Heereszüge, den Handelsverkehr und die Einfälle fremder Völker in ihren Hauptzügen niedergelegt, freilich in einer Hieroglyphenschrift, welche zu lesen und richtig zu deuten, der Wissenschaft bisher nur selten gelungen ist.

VII.

Die Geschichte des Waldes hat uns von den nämlichen Ereignissen berichtet, wie die Geschichte der Menschen: von Kriegen und Siegen, von Völkerwanderung und Kolonisation, vom Aufblühen der einen Geschlechter und vom Aussterben der anderen. Aber die Geschichte des Waldes reicht weiter zurück, als die Geschichte der Menschheit, die wir in so überschwenglicher Weise als Weltgeschichte bezeichnen. Die natürliche Lebensdauer unserer Waldbäume läßt sich nicht sicher bestimmen; in unseren sorgfältig überwachten Forsten stirbt selten ein Baum des natürlichen Todes, er verfällt dem Beile des Holzhauers, bevor er noch das erste Jahrhundert hinter sich hat; es mögen heute in Europa wohl nur wenige Bäume leben, deren Alter viel über ein halbes Jahrtausend reicht.[41]) Zu Deutschlands langlebigsten Bäumen gehören die

Linden, die man nach alter Sitte in den Burghof oder auf den Dorfanger pflanzte, als Sammelplatz für Jung und Alt, auch wohl als Dingstätte für Berathung und Gericht. Von der großen Linde, nach welcher „Neuenstadt an der Linde" benannt ist, berichtet die Sage, nicht der Baum sei bei der Stadt gepflanzt, sondern diese an die Linde gebaut worden; urkundlich war sie schon 1448 ein sehr alter, berühmter Baum; 56 Jahre später mußten ihre Aeste bereits mit 64 Säulen gestützt werden; 1558 wurde der Platz, auf dem sie steht, von einer viereckigen Mauer mit hohem Thorweg umgeben; gegenwärtig gehen von dem Hauptstamm, der in Brusthöhe 11,6 Meter (35,3 Fuß) im Umfang hat, sieben wagerechte Aeste aus, die mit 111 steinernen und hölzernen Säulen gestützt sind, während zwei senkrecht aufsteigende Aeste eine frisch grünende und blühende Krone von neunzehn bis zwanzig Meter (60—65 Fuß) Höhe bilden. Läßt sich auch des Baumes Alter nicht genau bestimmen, so mag es wohl auf 600—700 Jahre, doch gewiß nicht höher zu schätzen sein.[42])

Hier und da sind auch noch alte Eichen stehen geblieben, unter deren Wipfeln die Kriegsvölker Napoleons, Friedrichs des Großen, Gustav Adolfs, Herzog Albas vorüberzogen; sie sind die Nachkommen jener Waldbäume, unter denen die Kreuzfahrer der Hohenstaufenzeit oder die fränkischen Paladine Karls des Großen rasteten; unter dem Schatten ihrer „Ahnen" wurde einst die Waldschlacht geschlagen, wo zuerst die römische Bildung erfahren mußte, daß sie der rohen, aber entwickelungsfähigen germanischen Naturkraft nicht mehr gewachsen sei.

Je weiter wir in der Reihe der Jahrhunderte zurückschreiten, desto weiter breitet der Wald auf deutschem Boden sich aus; er steigt von den Gebirgen, in die er heutzutage mehr und mehr zurückgedrängt wird, hinab und nimmt von den Ebenen Besitz; der goldene Gürtel zusammenhängender Getreidefelder wird durch parkartigen Eichenwald verdrängt. Wo heute sorgfältig gepflegte Wiesen lachen,



Die alte Linde von Neuenstadt an der Linde (Württemberg).
Nach einer Photographie.

dehnen sich unzugängliche Waldsümpfe, in denen der Biber seine Dämme baut und wo in Kriegsnöthen Menschen und Heerden hinter aufgeschüttetem Ringwall Zuflucht suchen. Die Flüsse, wasserreicher als heute und von keinem Deich in Schranken gehalten, überschwemmen alljährlich weit und breit ihr Gebiet. Noch ein Jahrtausend rückwärts — und von dem reichen Kranze blühender Städte, in denen heute Bildung und Wohlstand sich sammelt, ist noch keine Spur vorhanden; nur zerstreut tauchen aus dem hercynischen Waldmeer einsame Weiler auf, wo auf gerodeter Waldblöße der flach geritzte Boden mit etwas Hafer oder Roggen, Hirse oder Flachs besät wird; um die rohen Blockhütten schließt sich weder Blumengarten noch Obstpflanzung; man hält das deutsche Klima zu rauh für die Kulturgewächse des Südens.[43]) Auch bleibt den Männern wenig Zeit zu friedlicher Arbeit; denn wenn sie nicht, wie gewöhnlich, der Krieg beschäftigt, so ziehen sie in den Wald zur Jagd auf den wilden Wisent und Auerochs, auf Elenn und Wildeber, oder sie müssen den Bär, den Wolf und den Luchs bekämpfen, die ihren Reichthum, die Heerden der Rinder, Schafe und Schweine, plündern. Uralte Waldpfade durchkreuzen die Wildniß; sie führen zu den Salzquellen, wo keltische Halloren das unentbehrliche Gewürz sieden; auf ihnen wandert nordwärts der römische, vor ihm der etruskische, vor diesem der massilische und phönizische Händler, der Glasperlen, Bronzeschmuck und eherne Waffen bringt und den kostbaren Bernstein von den Küsten der Ost- und Nordsee holt. Auf den nämlichen Waldpfaden sind einst die germanischen Stämme aus Osten eingewandert, als Nachtrab keltischer Wandervölker und selbst von Slaven gefolgt. Vielleicht sind diese Pfade zuerst von den Heerden wolliger Elephanten und Nashörner festgetreten worden, die aus den Lärchenwäldern Sibiriens nach Westen wanderten. Noch einen langen Zeitraum rückwärts — wir wissen nicht, wie viele Jahrtausende es gewesen — und wir sehen die Bäume unserer Wälder selbst sammt allen übrigen Gewächsen unserer Flora von Ost und West, von Süd und

Nord in Deutschland einwandern, um sich auf einem jungfräulichen Boden anzusiedeln, der soeben erst von Eis befreit worden ist.

Indem wir weiter und weiter in die Urgeschichte unserer Wälder zurückschauen, wird uns im vollsten Sinne der Boden unter den Füßen weggezogen. „Fest wie der Erde Grund" gilt als das Symbol des Unerschütterlichen, Unveränderlichen; indem wir uns aber in jene Urzeiten vertiefen, fängt der Boden an unter uns zu schwanken; jetzt hebt er sich empor zur Bergeshöhe, dann versinkt er wieder unter das Meer; wo gestern Land war, ist heute Wasser; wo gestern Berg war, ist heute Thal und wird morgen wieder Berg sein. Es ist, als hätte die Erdfeste selbst die Natur des Meeres angenommen und sei in rastlosem Wellenschlage begriffen, nur daß Jahrtausende vergehen, ehe der Riesenkamm einer Erdwelle sich emporthürmt oder versinkt. Die natürlichen Grenzen zwischen Ebene und Gebirge, zwischen Land und Wasser sind in fortdauerndem Schwanken begriffen, und so ist auch die Temperatur, welche, gleich der Quecksilbersäule im Barometer, mit jeder Veränderung des Erdreliefs steigt und fällt, stetem Wechsel unterworfen. Die Karte von Europa hat sich in jener Sturm- und Drangperiode der Erde, die freilich schon unendliche Jahre hinter uns liegt, so oft und so gründlich verändert, daß jede moderne Revision, so bedenklich sie auch dem Politiker erscheinen mag, dagegen verschwindet. In dieser Beziehung ist die Geologie die radikalste aller Wissenschaften, die vor den gewaltthätigsten Revolutionen nicht zurückschreckt; sie löst Kontinente in Inseln auf und läßt Eilande zu Welttheilen anwachsen; sie erschafft neue Länder und läßt andere durch einen Federstrich untergehen; sie schließt den Aermelkanal, die Straßen von Gibraltar und Konstantinopel; sie verbindet Spanien mit Marokko, annektirt England an Deutschland oder Frankreich; sie baut Brücken zwischen Europa und Amerika, zwischen Japan und Kalifornien; sie überträgt das Klima von Neapel nach Grönland und Spitzbergen und läßt dann wieder

sibirische Zustände über ganz Europa und Nordamerika einbrechen; sie versetzt Berge und trocknet den Ocean aus.

Eine Zeitlang glaubte man an die häufige Wiederkehr furchtbarer Krisen, welche die Erde in ihrer Jugend überstanden habe, wobei alles Leben auf ihr mit einem Schlage vernichtet worden sei; dann seien auf der „Tabula rasa“ ganz neue Pflanzen und Thiere geschaffen worden, welche nach längerer oder kürzerer Existenz das Schicksal ihrer Vorläufer hätten theilen müssen. Man dachte sich die Erde wie ein großes Theater, wo Abend für Abend ein anderes Schauspiel aufgeführt wird, mit völlig neuen Dekorationen und Personen. Freilich, wer auf der Bühne genauer zusieht, der bemerkt, daß es eigentlich immer die nämlichen Schauspieler sind, die in allen Stücken erscheinen, daß nur das Kostüm nach der jedesmaligen Handlung gewechselt wird. Auch in den auf einander folgenden Zeitaltern der Erde sehen wir im Allgemeinen die nämlichen Typen der Thiere und Pflanzen auftreten, wenn sie auch jedesmal ihre äußere Erscheinung den veränderten Verhältnissen anpaßten. Oder, um uns genauer auszudrücken: die Kette der Generationen ist auf der Erde niemals gewaltsam abgerissen worden; die einzelnen Glieder greifen lückenlos in einander, vom Anfang des Lebens bis auf den heutigen Tag; doch haben ihre Formen sich oftmals und mannigfach gewandelt, bald in unmerklichen Uebergängen, bald in rascher Umprägung.

Noch ist die Wissenschaft in Ungewißheit über die Ursachen, denen jene Veränderungen in der Thier- und Pflanzenwelt zuzuschreiben sind. Unzweifelhaft waren es in erster Linie innere Bildungsgesetze, welche die ersten einfachsten Gestaltungen, mit denen das Leben auf der Erde begonnen hat, in steter Fortentwickelung zu immer vollkommneren und zusammengesetzteren Organisationen ausbildeten und in der Schöpfung des Menschen ihren Gipfel erreichten. Denn gleichwie jedes Einzelwesen, gleichviel ob Pflanze oder Thier, mit dem einfachen Keim beginnt und mit langsamen

Schritten in stufenweisem Fortschritt die vollendete Gestalt entwickelt, so hat auch die Gesammtheit der Lebewelt mit den niedersten Stufen begonnen und ist, dem eingeborenen Triebe nach Vervollkommnung folgend, durch eine Reihe unzählbarer Generationen, bald in leiser und allmählicher, bald in sprungweiser Umgestaltung zu den höheren vollendeteren Gebilden aufgestiegen. Hierbei haben ohne Zweifel die klimatischen Veränderungen mitgewirkt, welche wir überall in der gemäßigten und kalten Zone der Erde — über die heiße haben wir keine sichere Kenntniß — nachweisen können, und denen selbstverständlich auch Veränderungen in der Flora und Fauna nachfolgen mußten. Nur vermuthen können wir, daß die Verfassung der Erde sich weniger auf dem Wege des gewaltsamen Umsturzes, als auf dem allmählicher, gewissermaßen friedlicher Entwickelung verändert hat, und daß niemals andere Naturkräfte zur Geltung gekommen sind, als diejenigen, welche noch heute Inseln über das Meer heben, flache Küsten in unmerklichem Aufsteigen zur Bergeshöhe emporwölben oder einen ausgedehnten Strand unter die Meeresfläche versinken lassen. Der Busen der Erde mochte in ihren jüngeren Jahren sich rascher und stürmischer heben und senken, als heutzutage, wo ihr inneres Feuer sich abgekühlt hat, und ganz ohne Revolutionen, ohne plötzliches Hereinbrechen zerstörender Kräfte ist es im Leben der Erde wohl ebensowenig abgegangen, als im politischen. Doch sind solche gewaltsame Katastrophen vermuthlich immer nur lokale gewesen; niemals haben sie die ganze Erdoberfläche gleichzeitig betroffen.

Wie immer sich die natürlichen Verhältnisse, Umriß, Relief und Klima eines Gebiets veränderten, die Folge mußte sein, daß die meisten seiner Thiere und Pflanzen, die sich an die neuen Zustände nicht gewöhnen konnten, in kurzer Zeit zu Grunde gingen oder aus ihrer für sie fortan unbewohnbaren Heimath nach anderen Gegenden auswanderten; sie machten dafür anderen Geschlechtern Platz, die, von fern kommend, gerade in der veränderten Welt-

lage die günstigsten Bedingungen für den Kampf ums Dasein fanden; andere Geschlechter endlich, von schmiegsamerem Charakter, vermochten trotz aller Umwälzungen auszuharren, indem sie durch Abänderungen in ihrer Gestalt und Lebensweise den neuen Naturbedingungen so weit als möglich sich anpaßten. So mußte allerdings auch die Pflanzendecke der einzelnen Erdgebiete sich manchesmal und mannigfach wandeln, aber nicht gewaltsam und mit einem Male, etwa wie man ein Kleid ablegt und ein neues anzieht, sondern in allmählicher Erneuerung, wie der Teppich der Wiesen sich im Laufe der Monate verändert, der ja auch im Herbst aus ganz anderen Blumen gewebt ist, als im Frühling.

Die Wissenschaft von den Lebewesen der Vorwelt, die Paläontologie, hat im Verlaufe des gegenwärtigen Jahrhunderts sich erfolgreich bemüht, die steinernen Tafeln zu entziffern, in denen die Erde das Tagebuch ihrer Jugend niedergelegt hat; sie hat uns eine bedeutungsvolle Beziehung enthüllt, welche zwischen dem Entwicklungsgang der Pflanzenwelt und dem Goetheschen Gesetz von der Metamorphose der Pflanzen besteht.

Der große Dichter, der zugleich ein großer Weltweiser war, hat uns gelehrt, daß die Pflanze, nachdem sie, mit den einfachsten Samenblättern beginnend, ihre Laubblätter immer größer und vollkommener ausgebildet, zuletzt dieselben in vier auf einander folgenden Schritten zu dem Wunderbau der Blüthen umgestaltet, um den höchsten Punkt ihrer organischen Thätigkeit, die Fortpflanzung durch zwei Geschlechter, zu erreichen. Mit den grünen Blättern des Kelches, sodann mit den zarten Blättern der Krone umgiebt sie die männlichen Staubblätter, die weiblichen Fruchtblätter; im Innern der letzteren schließt sie die Samenknospen ein, in denen die neuen Individuen erzeugt werden, um sich, nachdem die Frucht gereift und wieder geöffnet worden, von der Mutterpflanze abzulösen.[44])

Aber nicht alle Pflanzen erreichen diese höchste Stufe der

Metamorphose. Die niedersten und einfachsten Gewächse vermögen überhaupt noch nicht gesonderte Organe auszubilden; so mannigfaltig auch ihr Zellenkörper gestaltet sein mag, niemals können wir an ihm Wurzeln, Stengel oder Blätter, noch weniger Blüthen oder Früchte unterscheiden; wir bezeichnen ihn vielmehr als Laub, Lager oder Thallus, und diese Pflanzen, die Algen, Pilze und Flechten als Thalluspflanzen oder Thallophyten.[45])

Die Klasse der Moose vermag bereits Stengel und Blätter, aber noch keine Wurzeln auszubilden; diese werden erst von den Farnen, Schachtelhalmen, Bärlappen und ihren Verwandten erzeugt; bei den Farnen erreichen die Blätter sogar eine mächtige und mannigfaltige Ausgestaltung, während sie in den übrigen Familien noch durchweg gleichartig und einfach bleiben.[46]) Doch keine dieser Pflanzen, vom niedersten Pilze bis zum höchsten Baumfarne, ist im Stande, Blüthen hervorzubringen; sie pflanzen sich nicht durch Samen, sondern durch staubfeine Sporen fort; sie werden daher als blüthenlose Sporenpflanzen, gewöhnlich als Kryptogamen bezeichnet.[47])

Erst wenn die Pflanze gelernt hat, ihre Blätter zu den Zwecken geschlechtlicher Fortpflanzung in die Organe der Blüthe zu metamorphosiren, tritt das Reich der Blüthenpflanzen oder Phanerogamen in die Erscheinung. Aber auch hier müssen noch zwei Stufen überschritten werden. Denn zuerst werden zwar Blätter zu den befruchtenden Staubwerkzeugen, aber noch nicht zu Fruchtblättern umgestaltet; die Samen reifen noch nicht im Innern einer geschlossenen Frucht, sondern liegen offen am Grunde von Schuppen. So verhält es sich bei den Koniferen, den Cycadeen, den Gnetaceen; sie bilden die Klasse der Nacktsamigen oder Gymnospermen.[48])

Endlich wird der letzte Schritt gethan und die Metamorphose vollkommen durchgeführt. Im Mittelpunkt der Blüthe schließen sich die Fruchtblätter und verwachsen zur Frucht, die den entwicklungsfähigen Keim des Samens bis zur Reifung einhüllt und

schützt; die Geschlechter, anfänglich in getrennten Kätzchen oder Zapfen gesondert, vereinigen sich in der Blüthe, die mit einer einfachen, unscheinbaren Hülle, in den vollkommeneren Familien aber mit dem doppelten, durch Duft und Farbe ausgeschmückten Kreise der Kelch- und Blumenblätter umkränzt und dann an das Licht zur Schau gestellt wird. Wahre Blüthen und Früchte finden wir daher nur in der höchsten Klasse der bedecktsamigen Pflanzen oder Angiospermen.[49])

Aeonen sind jedesmal vorübergegangen, bevor die Welt der Pflanzen von einer niederen Stufe der Metamorphose zu der nächst höheren sich emporgeschwungen; sie hat nach einander ein Zeitalter der Thallophyten, der höheren Kryptogamen, der Gymnospermen und der Angiospermen durchlaufen.[50])

VIII.

Der unermeßliche Zeitraum, der vom Anbeginn des Lebens auf der Erde bis zum Erscheinen des Menschen verflossen ist, wird von den Geologen gewöhnlich in drei Abschnitte getheilt, die sich unter einander verhalten, wie in der Geschichte der Menschheit Alterthum, Mittelalter und Neuere Zeit; ein jeder dieser Abschnitte hat tausende von Jahrtausenden gedauert.

In der Periode, welche dem Alterthum der Erde entspricht, und die von den Geologen als primäre oder paläozoische bezeichnet wird, herrscht auf der ganzen Erde bis über den Polarkreis hinaus ein gleichmäßiges feuchtes, heißes Klima, dem des äquatorialen Kalmengürtels entsprechend. Das Antlitz der Erde ist glatt, die Runzeln und Falten unserer heutigen Gebirge sind erst mit dem zunehmendem Alter entstanden. Die frühesten Spuren des Lebens weisen auf ein uferloses Meer; es ist belebt von niederen Thieren aller Art, Seeschwämmen, Korallen und Muscheln, Seelilien, Seesternen und Seeigeln, Krebsthieren und Kopffüßlern oder Tintenfischen, die, ähnlich dem Nautilus, vielkammerige, gerade oder horn-

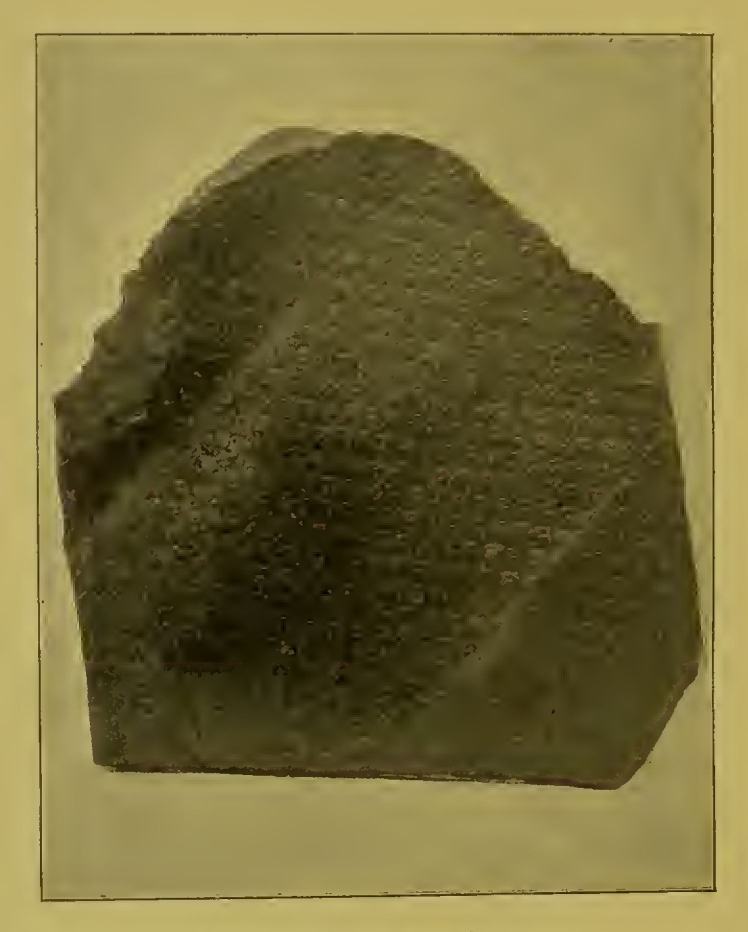
förmig gewundene Schneckenschalen bewohnen; die Thierwelt gipfelt in seltsamen Haien, Stören und Panzerfischen; Warmblüter giebt es noch nicht; in der mit Kohlensäure übersättigten Atmosphäre könnten sie vermuthlich auch nicht leben. Von der Pflanzenwelt des Urmeeres hat sich fast nichts erhalten; aber sie konnte unmöglich über die niedere Stufe der Seetange sich erheben, die ja noch heutzutage die gesammte Vegetation des Meeres bilden; es ist jetzt das Zeitalter der Thallophyten.

Endlich werden flache Inseln über den Meeresspiegel gehoben; sie erscheinen als ebene Waldmoore. Auf dem jungen Festlande vermag die Pflanzenwelt ein paar weitere Schritte vorwärts zu thun; aus den niedersten Kreisen thallophytischer Algen erhebt sie sich zur Stufe der höheren Kryptogamen, der Moose und der Farne, und von diesen aufsteigend, bald auch in das Reich der Gymnospermen, die zwar in ihrer äußeren Gestaltung der Welt der Blüthenpflanzen sich anschließen, aber die Organe ihrer Fortpflanzung noch nicht mit dem Schmuck der Blumen umhüllen und ihre Samen nackt auf den Schuppen ihrer Fruchtzapfen tragen.

So unvollkommen nun auch die Organisation dieser ersten Landflora ist, so entfaltet sie sich doch mit einer Lebenskraft und Fülle, wie nie seitdem wieder. Jetzt zum ersten Male ist die Sonne durch die dichten Nebel gebrochen, welche über dem warmen Urmeer des silurischen und devonischen Zeitalters gelagert waren; nun arbeiten ihre Strahlen mit voller Energie in den grünen Zellen der jungen Pflanzenwelt und scheiden aus der kohlensäurereichen Atmosphäre in organischen Verbindungen den Kohlenstoff ab, der heute in den unerschöpflichen Steinkohlenflötzen der alten und neuen Welt aufgespeichert liegt.

Wäre es möglich, daß einer unserer Naturforscher in eine Landschaft jener Urzeit versetzt würde, er würde glauben, sich auf einem anderen Weltkörper zu befinden: so wunderlich fremdartig, so verschieden von allem Irdischen ist ihr Anblick.

In unabsehbarer Ausdehnung breitet das Hochmoor sich über viele hundert Quadratmeilen aus; seine Oberfläche überzieht ein dichtes Gestrüpp von zierlich gefiederten Sumpffarnen; auf den Seen, die das Moor unterbrechen, schwimmen Sphenophyllen mit



Lepidodendron aculeatum.
(Fuchsgrube im Waldenburger Kohlenrevier.) $^1/_6$ nat. Größe.
Nach einer Photographie von R. Krull.

keilförmigen zerschlitzten Blattquirlen. Über den Wassern schweben riesige Libellen und lauern auf die Spinnen, Käfer, Schaben und Heuschrecken, die einzigen Bewohner der einsamen Wildniß. An den Ufern der Seen erhebt sich ein seltsamer Wald; zwanzig bis vierzig Meter hohe kanelirte Säulenstämme, auf deren Oberfläche

zierliche Schildchen in regelmäßigen Längszeilen oder Schrauben-linien an einander gereiht sind, verzweigen sich oben in mehrfach wiederholten Gabelungen. Sie haben sämmtlich schmale lange



Sigillaria.
(Fuchsgrube im Waldenburger Kohlenrevier.) $^1/_6$ nat. Größe.
Nach einer Photographie von R. Krull.

Nadel- oder Schilfblätter, die sich an der Spitze der Gabeläste zu grünen Kronen zusammendrängen; die zierlich skulptirten Felder des Stammes sind die Narben abgefallener Blätter; statt der Blüthen

tragen sie Zapfen, ähnlich unseren Fichten; aber statt der Samen erzeugen sie nur staubfeine oder kleinkörnige Sporen. Sigillarien, Kalamodendren und Lepidodendren sind die herrschenden Waldgeschlechter, deren längst ausgestorbene Gestalten nur eine ganz entfernte Aehnlichkeit mit gabelästigen Dracänen oder Baumgräsern zeigen; doch gehören sie alle zur Klasse der höheren Kryptogamen aus der Verwandtschaft der Farne und Bärlappe. Die zahlreichen Baumfarne entfalten ganz wie heut ihre eleganten Wedel aus schneckenförmig eingerollten Knospen an der Spitze schlanker Schäfte. Die Klasse der Gymnospermen ist noch in ihrer ersten Entwickelung begriffen; die Cykadeen sind durch das ausgestorbene Geschlecht der Cordaiten vertreten, von deren Riesenstämmen ganze versteinerte Wälder erhalten sind; auch Koniferen mischen sich jetzt zum ersten Male in den Wald; doch gehören auch sie ausgestorbenen Urgeschlechtern an. Eine unheimliche Stille brütet über diesen Wäldern, deren einförmiges Grün durch keinen frischen Grasrasen, durch keine bunte Blume aufgeheitert wird; wo kein Laubblatt im Winde rauscht, kein Schmetterling, keine Biene



Calamites approximatus. (Fuchsgrube im Waldenburger Kohlenrevier.) 1/6 nat. Größe. Nach einer Photographie von R. Krull.

schwärmt, kein Vogel zwitschert, kein Vierfüßler das Dickicht durchbricht. Dem Scharfblick eines Grafen Kaspar von Sternberg, A. Brongniart, Göppert, Williamson, Grand' Eury und



Fossiles Farnkraut, Sphenopteris crenata, aus dem Schieferthon der Steinkohlenformation.
Nach einer Photographie von R. Krull.

Renault ist es gelungen, aus versteinerten Stämmen, zarten Blattabdrücken und den in den Steinkohlenlagern erhaltenen Ueberresten das Bild dieses Zeitalters der höheren Kryptogamen

wiederherzustellen, wo eine Urvegetation mit einer Ueppigkeit, aber auch mit einer Einförmigkeit ohne Gleichen die ältesten Festländer der Erde von Grönland und Spitzbergen bis Südchina, und über den Aequator hinaus bis zum Kapland und Australien bewohnte.[51])

IX.

Das Mittelalter der Erde, die sekundäre oder mesozoische Epoche ist eine Uebergangsperiode. Der Wald wird noch immer ganz ausschließlich von baumförmigen Kryptogamen und Gymnospermen gebildet; Laubbäume und Blumen fehlen noch; aber die alten kryptogamischen Baumgeschlechter treten mehr und mehr zurück und sterben eins nach dem anderen aus; desto reicher und mannigfaltiger entwickeln sich die Gymnospermen, die den Vegetationscharakter dieses Zeitalters bestimmen. Unter den Koniferen treten neue Geschlechter auf, die inzwischen auch schon wieder von der Erde verschwunden sind; doch auch von den noch jetzt lebenden Gingkos, Araukarien, Cypressen und Fichten erscheinen die ersten Vorläufer. Aber die herrschende Charakterform dieser Epoche, die in größter Schönheit und Mannigfaltigkeit der Gattungen und Arten hervortritt, sind die Cykadeen, welche in wunderlicher Mischung den Säulenstamm der Baumfarne und die Fiederwedel der Palmen mit den Zapfen der Koniferen verbinden.

Im Vergleich zu der Ueppigkeit der Steinkohlenzeit erscheint die Vegetation jetzt sehr ärmlich; das Klima ist warm geblieben, aber an Stelle der häufigen Regengüsse, die das Ueberwuchern der Vegetation in der Steinkohlenzeit förderten, herrscht jetzt Trockenheit. In der nördlichen Halbkugel hat das Meer sich über die Inselwelt der paläozoischen Epoche ausgebreitet; gleich der heutigen Tropensee wimmelt es von Thieren aller Art; mächtige Ammonshörner rollen durch die Wogen; Muscheln bilden meilenweite Bänke, und Korallenthierchen bauen Riffe von mehreren tausend Meter Mächtigkeit; riesige Saurier herrschen als Tyrannen des Meeres,

neben denen die Krokodile der Jetztzeit als pygmäenhafte Epigonen erscheinen.[52])

In der südlichen Halbkugel, da wo jetzt drei Welttheile, Afrika, Südamerika und Australien, ihre Dreieckspitzen gegen den Südpol richten, erstreckte sich damals und vielleicht noch Aeonen lang früher oder später, ein unermeßlicher Kontinent über den Südpol hinaus, die Antarktika, welche Patagonien und Feuerland mit dem Kapland und Westaustralien verband; Tasmanien,



Neuseeland, Madagaskar und die Inselwelt des Stillen, des Indischen und des Südatlantischen Oceans waren Halbinseln oder vorgelagerte Archipele dieses versunkenen Welttheils; ihm verdanken die Floren der ganzen südlichen Halbkugel ihre gemeinsamen Familienzüge, durch die sie sich noch in der Gegenwart von der Vegetation der nördlichen so auffallend unterscheiden.[53])

Gegen den Schluß dieser Epoche tritt in der Vegetation der Erde die großartigste Fortbildung ein, die sie seit ihrer ersten Entstehung durchgemacht hat. Die Wissenschaft vermag bis jetzt keine Erklärung dafür zu geben, warum erst in jenem Zeitalter, in welchem die Sandsteinfelsen der sächsischen und böhmischen Schweiz

aus dem Meere der oberen Kreideformation sich ablagerten, der Keim höherer Ausgestaltung, welcher während unendlich langer Zeiträume in der Pflanzenwelt geschlummert hatte, nun mit einem Male zur Entwickelung gelangte und die oberste Stufe der Metamorphose erstiegen wurde. Jetzt bricht das Zeitalter der Angiospermen an, das bis zur Gegenwart fortdauert; denn jetzt erscheinen zuerst in Nordamerika, bald aber auch in Portugal und anderen Ländern der östlichen Hemisphäre, die ersten Gewächse mit vollkommenen Blüthen und Früchten, Mono- und Dikotylen. Gleichzeitig mit den ersten Laubbäumen, eigenartigen Pappeln, Weiden, Eichen, Platanen, Lorbeer-, Myrten-, Magnolien- und Tulpenbäumen erscheinen auch Palmen und Gräser; ihre Zahl vermehrt sich unablässig; seit dieser Zeit datirt der Kampf zwischen Laub- und Nadelwald, dem die jüngere Rasse Schritt für Schritt die Herrschaft streitig macht. Die alten Geschlechter der Cykadeen, Araukarien und anderer Koniferen sterben aus oder werden auf isolirte Gebiete, meist auf Inseln der südlichen Halbkugel zurückgedrängt. Die Kryptogamenwelt hört auf, waldbildend die Physiognomie europäischer Floren zu bestimmen; sie betheiligt sich am Landschaftsbilde nur noch in den bescheidenen Dimensionen der Farnkräuter, Schachtelhalme und Bärlappe, der Moose und Flechten.

X.

Aber erst im tertiären oder neozoischen Zeitalter der Erde, welches der neueren Periode der Weltgeschichte vergleichbar ist, gewinnt die Vegetation je länger je mehr den Charakter der Jetztwelt. Anfänglich waren es nur die Familien, welche mit den gegenwärtig lebenden übereinstimmten, bald auch die Gattungen; zuletzt finden sich auch die Arten ein, welche noch heute, wenn auch nicht immer an den nämlichen Orten, die Flora zusammensetzen. Dabei zeigt die Vegetation jetzt wieder in überquellender Gestaltungskraft einen Reichthum und eine Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen,

denen gegenüber auch die reichsten Floren der Gegenwart als verarmt erscheinen.

Doch nur ganz allmählich entwickelt sich in den einzelnen Erdgebieten ihre heutige Pflanzenmischung; hierbei stellt sich ein merkwürdiges Gesetz heraus, das unsere früheren Betrachtungen ergänzt. Dieselbe Reihenfolge der Klimate und der Vegetationsbilder, welche wir im Nebeneinander der Breitenzonen und im Uebereinander der Höhenregionen wahrgenommen, kehrt auch im Nacheinananer der geologischen Zeiten wieder. Auch der deutsche Wald hat nacheinander ein tropisches, ein subtropisches und ein wärmeres gemäßigtes Zeitalter durchlebt, bevor er den Charakter der kälteren gemäßigten Zone annahm; eine ähnliche Reihenfolge ist auch in den anderen Erdgürteln bis in die Nähe des Nordpols festgestellt worden.

Gleichwie der Historiker im Verlauf der neueren Geschichte ein Zeitalter Karls V., der englischen Elisabeth, Ludwigs XIV., Friedrichs des Großen, Napoleons I. u. s. w. unterscheidet, die, je näher sie zeitlich der Gegenwart stehen, desto mehr auch in ihrem gesammten Charakter mit ihr übereinstimmen, so gliedert auch der Geologe seine Tertiärzeit in mehrere Stufen, von denen die älteste, die er sinnig als „Morgenroth der Neuzeit", als Eocäne bezeichnet, auch in Klima und Vegetation am weitesten sich von der Gegenwart entfernt.

Bis zur Kreidezeit hatte über der ganzen Erde ein gleichförmiges tropisches Klima geherrscht, und darum war auch die Vegetation vom Pol bis zum Aequator eine gleichartige gewesen. Jetzt beginnen die Pole sich abzukühlen, und es macht sich in der Aufeinanderfolge der Zonen und ihrer Floren ein Unterschied des Klimas geltend, der bis gegen das Ende des geologischen Mittelalters nicht bemerkbar gewesen war. Aber die heiße Zone ist dem Pole weit näher gerückt als heutzutage; die Länder von Südeuropa, welche heute der wärmeren gemäßigten Zone angehören, tragen die

Physiognomie der Tropen; die Umgebung des Nordpols zeigt die Natur des wärmeren gemäßigten Erdgürtels.

In den darauf folgenden Zeitaltern der Oligocäne und Miocäne erhält die Vegetation von Europa durch Vereinigung tropischer und nordischer Geschlechter jenen gemischten Charakter, den heute Madeira und die Kanarischen Inseln zeigen und den wir als subtropisch bezeichnen. Die Bernsteinwälder, die vermuthlich auf einem jetzt unter das Meer gesunkenen Strande der skandinavischen Ostsee grünten, bestanden zwar aus Nadelhölzern, die unseren Kiefern verwandt waren; aber das kostbare Harz, das aus ihren mit Flechten, Laub- und Lebermoosen bewachsenen, von Löcherschwämmen verrotteten Stämmen ausfloß, hat zahlreiche Blätter, Blüthen und Früchte eingeschlossen, aus denen hervorgeht, daß damals auch Sumpfcypressen und Glyptostroben, Eichen, Edelkastanien und Buchen, Oel- und Zimmtbäume, Magnolien, Deutzien, Theesträucher, Fächer- und Fiederpalmen und eine Menge anderer Gehölze und Blumen ihnen gesellt waren, die ein Vegetationsbild, wie heute in Japan, zusammensetzten.[54]) Auf den Inseln des Polarmeeres herrschte damals bereits der aus sommergrünen Laubbäumen und Nadelhölzern gemischte Wald der gemäßigten kälteren Zone.

Noch später, zur Zeit der Pliocäne, vermindern sich auch im Süden Europas die tropischen Formen; die letzten tropischen Geschlechter erlöschen hier erst in der gletscherreichen quaternären oder Diluvialzeit, welche der Gegenwart unmittelbar vorangeht.

Herrlich muß der Anblick des deutschen Waldes in der Periode der Miocäne gewesen sein, dem Zeitalter der Braunkohlenwälder. Längs des Nordfußes der Alpen, die sich erst jetzt langsam aus dem Meere emporzuwölben beginnen, fluthet ein Binnenmeer; über seinen Spiegel ragen zahlreiche Inseln und Halbinseln, auf denen ganze Ketten von Vulkanen ihre feurigen Basaltlaven und ihre weißen Tuffaschen ergießen. Das heutige Mittelmeer ist zum größten Theil trocken; eine breite Landbrücke führt hinüber nach Afrika.

Damals fanden sich im deutschen Walde fast sämmtliche Gestalten der Bäume und Sträucher zusammen, welche heute über die ganze Welt zerstreut sind; mit ihm verglichen erscheint der mitteleuropäische Wald der Gegenwart einförmig und ärmlich; nur in den formenreichen Wäldern von Nordamerika und Ostasien schaut die Jetztwelt seines Gleichen. Zwar sind auch im Braunkohlenwalde manche tropische Geschlechter, Bananen, Pandanen und Drachenbäume, Woll- und Ebenholzbäume, die in noch älterer Zeit auf europäischem Boden grünten, bereits verschwunden; aber noch immer mischen sich lichte Mimosen mit zartem Spitzenlaub und schön gefiederte Johannisbrot-, Götter- und Terpentinbäume unter die spiegelnden Laubmassen immergrüner Eichen, großblätteriger Magnolien und Aralien, Sassafraslorbeer-, Zimmt- und Kampferbäume. Doch fehlt es weder an laubabwerfenden Eichen mit gelappten Blättern, noch an Hain- und Hopfenbuchen, an Tulpen- und Amberbäumen, an edlen und Roßkastanien, an Ulmen, Ahornen, Linden, Platanen, Oelnuß- und Zürgelbäumen; zahlreich sind selbst die Arten der Pappeln, Espen, Weiden und Birken. Besonders reich an Arten und Formen ist der Nadelwald, er besteht aus Cypressen oder Lebensbäumen, Tannen, Fichten und Kiefern; doch neben ihnen ragt der Mammuthbaum von Kalifornien, die Liboceder von Chile, der Sandarakbaum vom Atlas, die Widdringtonie vom Kapland, der Gingko und der Glyptostrobus von Japan und die heimische Eibe; auf moorigem Untergrund herrscht die Sumpfcypresse, die sich heute nach den Mississippiniederungen zurückgezogen hat. Das dichte Laubdach der Wälder ist von Ephen und wildem Wein, von Waldreben und Aristolochien, von Stechwinden und Kletterfarnen durchrankt; das Unterholz wird gleichzeitig von mittelländischen Granat- und Myrtenbüschen, von neuholländischen Proteaceen und Akazien, von chilenischen Gagelsträuchern (Comptonia), von europäischem Schneeball und Kornelkirschen, von Kreuzdorn und Haselstrauch gebildet; das Ufer der Seen, auf denen Seerosen und Lotos-

blumen, Wassernüsse und Salvinien schwimmen, ist von Iris, Rohrkolben, Schilf und Cypergras eingefaßt, von Weiden und Oleandergebüsch beschattet, hier und da von fächertragendem Palmetto überragt, während hohe Dattelpalmen im Hintergrunde ihre edlen Fiederkronen wiegen. Eine Fülle von Blumen und Kräutern aller Formen schmückt zum ersten Male in diesem Hochfrühling der Erde den Boden farbig aus; das junge Waldmeer ist belebt von Schmetterlingen und Käfern, die gleichzeitig mit der neuen Blumenwelt erschienen sind und ihr durch Uebertragung des Blüthenstaubes dienen, während sie selbst von ihr Nahrung empfangen. Denken wir uns hierzu die Stimmen der Vögel, die jetzt auch zum ersten Male die Schöpfung begrüßen, und die Heerden riesiger Grasfresser, die auch erst gleichzeitig mit der Fülle des Pflanzenwuchses sich entwickelt haben, und die das Laub und den üppigen Grasrasen der Waldwiesen abweiden, Tapir und Dinotherium, Elephant und Nashorn, Hirsche, Giraffen, Gazellen und die Vorfahren des Pferdes und des Rindes, so erhalten wir ein wunderbar belebtes Bild des Waldes in der Tertiärzeit, wie es Unger, Oswald Heer und Graf Saporta aus seinem Grabe wiederzuerwecken wußten und für dessen Treue die Knochen, die Hölzer, die Blätter, Blüthen und Früchte bürgen, die zahllos aus den Braunkohlenschichten und den sie begleitenden Thon- und Lettelagern ausgegraben werden. Am wunderbarsten erscheint es, daß in diesem Zeitalter sogar in Spitzbergen und Grönland bis über den 81. Grad ähnliche Nadelwälder, gemischt mit blattabwerfenden Laubbäumen, Platanen, Buchen, Eichen, Kastanien, Nußbäumen lebten, und nur die immergrüne Lorbeerform und die Palmen fehlten.[55])

XI.

Dann aber kam eine Zeit, wo alle diese Herrlichkeit im Eis erstarrte. Hatten schon während der Tertiärzeit Grönland und die Inseln des Nördlichen Polarmeeres in ihren Floren die untrüg-

lichen Zeichen allmählicher Erkaltung gezeigt, so erstarb jetzt alles Leben in ihnen unter einer mehrere hundert Meter dicken Eiskruste. Weiter und immer weiter breitete sich der Eismantel nach Süden hin aus; die ganze Skandinavische Halbinsel vom Nordkap bis zu den dänischen Kreidefelsen verschwand, wie heut Grönland, unter der Decke des Binnenlandeises, das die Fjorde ausfüllte und seine Gletscher in das Meer hinaussandte; dasselbe geschah mit Groß-britannien.[56]) Auch die gewaltige Hochgebirgskette, die sich während der Braunkohlenzeit allmählich in die ewige Schneeregion erhoben hatte, von den Pyrenäen bis zum Kaukasus und den südsibirischen Alpen, selbst die Mittelgebirge von Frankreich und Deutschland vergletscherten. Aus dem Firn der Alpen stiegen die Gletscher tiefer und tiefer hinunter und streckten ihren Fuß immer weiter thalabwärts; der Rheingletscher wuchs über den Bodensee hinaus bis gegen Basel, der Rhonegletscher über den Genfersee bis zum Jura; südlich reichten die Gletscher über den Lago maggiore und den Comersee fast bis in die Gegend von Mailand und Turin.

Viele Zeichen deuten darauf hin, daß Jahrtausendelang das skandinavische Gletschermeer in stetem Anwachsen über die Ostsee hinweg bis an deren Südrand vorgedrungen, sodann selbst die norddeutschen und nordrussischen Tiefebenen von den Mündungen der Schelde bis zum Ural unter ihrer Eisdecke begraben, ja bis nahe an den Fuß der deutschen Mittelgebirge sich ausgebreitet hat. Das Eis ist dann wieder nordwärts zurückgewichen, als eine Periode wärmerer trockenerer Jahre eintrat, um noch ein oder gar mehrere Male, beim Wechsel kalter feuchter Jahrgänge wieder anwachsend, das verlassene Terrain von neuem in Besitz zu nehmen. Was zu jener Zeit in Mitteleuropa von Eis frei blieb, unterlag dem Ein-fluß des Polarklimas, das zugleich mit den Gletschern über unsere Gegenden herabgekommen war; die immergrünen Laubgehölze er-froren und wurden durch einförmigen Nadelwald oder durch moorige Tundra ersetzt.[57])

Schon damals, wo am Fuß der Alpen noch Palmen, Dracänen und Zimmtbäume wuchsen, hatte ihre Vegetation mit der allmählich höher und höher aufsteigenden Erhebung sich in verschiedene Höhenregionen gegliedert. Diejenigen Gattungen, welche sich dem rauheren Gebirgsklima anzupassen vermochten, waren an den Gehängen hinaufgestiegen und hatten oben, Wuchs und Lebensweise verändernd, den Charakter subalpiner und alpiner Arten angenommen. In den sibirischen Berglanden hatte sich, als der Boden bis in die Tiefe gefror, frühzeitig eine arktische Vegetation ausgebildet. Als das Klima des Polargebietes über die gemäßigten Breiten sich ausdehnte, stiegen nicht bloß die Pflanzen der Hochalpen gleichzeitig mit den Gletschern tiefer in die Thäler hinab; auch die arktische Flora von Sibirien wanderte, der Kälte folgend, südwestwärts nach Europa. Nun siedelte sich in unseren Gebirgen an Stelle der erfrorenen subtropischen Vegetation die arktische Flora an: die Kiefern, Lärchen, Fichten, die Espen und die Birken, die hohen Blüthenstauden und das niedere Weiden-, Wachholder- und Heidegebüsch; am Fuße des norddeutschen Binnenlandeises blühten damals, wie heute in Spitzbergen, die nordische Linnaea, die Krautweide, die Zwergbirke, die arktischen Steinbreche, die achtblätterige Dryas, die Alpenprimeln und andere alpine Gewächse von zierlichem, rasenförmigem Wuchs, große Blumen auf spannenhohem Schafte tragend. In ihrer Begleitung wanderten auch die Thiere des hohen Nordens, der Moschusochse, das Rennthier, das Elenn, der Vielfraß, der Lemming, der Eisbär südwärts bis an den Fuß der Alpen, nachdem die Elephanten, Nashörner und Nilpferde, die Gazellen, Löwen, Hyänen, Krokodile und die menschenähnlichen Affen, welche einst die Braunkohlenwälder bewohnt hatten, vor der hereinbrechenden Eiszeit nach Afrika zurückgewichen waren, wo die nämlichen, oder doch nächstverwandte Arten noch heute ihre Heimath haben. Ein Teil der subtropischen Tertiärflora fand eine Zuflucht in dem milden Klima der Mittelmeerländer und der Kanarischen

Inseln, wo er noch in der Gegenwart fortlebt; ein größerer Theil hat sich in Nordamerika, in China und Japan erhalten, wo die vor der Kälte flüchtenden Pflanzen beim Vorschreiten der Eiszeit sich südwärts retten konnten, während sie in Mitteleuropa und Mittelasien an der Gletscherkette der von Ost nach West streichenden Hochgebirge eine unübersteigliche Schranke fanden.[58])

Aber auch die Eiszeit ging vorüber; in den Ebenen von Mitteleuropa schmolzen allmählich die Gletscher ab; auch Nord- und Ostsee wurden von ihrer Eisdecke befreit; ihr Spiegel stieg höher als heutzutage und überfluthete einen Theil der Tiefebenen.[59]) Dem kalten schneereichen Klima, das durch so viele Jahrtausende unter den mittleren Breitengraden der nördlichen Halbkugel gewaltet und das übermäßige Anwachsen der Gletscher bewirkt hatte, folgte wieder eine warme trockene Periode; die Schmelzwässer des Eises, welche die Flüsse hatten mächtig anschwellen lassen, verliefen allmählich; der Erdboden trocknete aus und wandelte sich in dürres Steppenland um, das nur an den Ufern der Flüsse von lichten Wäldern und auf feuchterem Grunde von Torfmooren unterbrochen wurde.

Da, wo trocken gelegter Meeresboden noch mit Salz geschwängert blieb, wurde derselbe von Pflanzen der pontischen Salzsteppen besiedelt, die noch heutzutage die einst vom Meere bedeckten Flächen zwischen Kaspischem und Aralsee bewohnen. Als aber der Boden der Ebenen durch den Regen und die Ueberschwemmungen der Flüsse völlig ausgesüßt worden war, fanden die Pflanzen der Salzsteppe nicht mehr die Bedingungen für ihr Gedeihen; sie starben allmählich aus, und nur am Meeresstrande und an vereinzelten Punkten, wo Salzquellen aus dem Boden hervorsprudeln, konnten sie die unentbehrliche Salznahrung finden; daher begegnen wir noch heutigen Tages überall in der Nähe der Soolquellen und Salinen den nämlichen Strandpflanzen, die auch die Meeresufer umsäumen; es sind verlorene Posten, die das fliehende Meer im Binnenlande zurückgelassen.[60])

Während die Salz- und Strandpflanzen verschwanden, fanden die Gewächse der Sandsteppe, die Steppengräser und Dornbüsche noch lange ein ihnen zusagendes Gedeihen auf deutschem Boden; mit ihnen kam nach dem Westen auch die Thierwelt der asiatischen Steppe: das wilde Pferd und die Saigaantilope, Pferdespringer, Steppenmurmelthier, Pfeifhase, Steppenfuchs, Wühlmaus und Steppenhuhn.[61])

Endlich hatte sich im Klima von Mitteleuropa, das so lange in unaufhörlichem Wechsel von einem Extrem in das andere geschwankt hatte, jener mittlere Gleichgewichtszustand befestigt, der von Allzuwarm und Allzukalt, Allzutrocken und Allzunaß gleich weit entfernt, seit historischen Zeiten sich nicht mehr wesentlich verändert hat. Nunmehr ergoß sich über den deutschen Boden eine Völkerwanderung im großartigsten Maßstabe, wie sie seitdem die Welt nicht wieder erlebt hat. Von allen Gebirgsländern aus, die bereits in der vorhergegangenen Eiszeit von arktischer Vegetation bewohnt gewesen waren, stiegen Kräuter, Sträucher und Bäume in die Tiefebenen hinab, um sich auf dem neugewonnenen Terrain anzusiedeln. Auch von Vorderasien, vom schwarzen Meer und selbst von Südeuropa wurden Pflanzenkolonien ausgesendet, die von den Hügeln und Flußthälern, den Sandflächen und den Wasserbecken unserer Ebenen Besitz ergriffen; die kräftigsten Geschlechter drangen am raschesten und weitesten vorwärts, die anderen rückten langsam nach, bis endlich die vorher durch weite Räume von einander getrennten Floren auf einander stießen, mit einander in Kampf geriethen, sich gegenseitig vermischten und austauschten. Manches Geschlecht wurde in Folge dieser Ereignisse völlig ausgerottet; viele mußten ihre Natur abändern und gewandelte Formen annehmen; aber schließlich gestaltete sich aus diesen Kämpfen und Wanderzügen das Gesammtbild der mitteleuropäischen Flora, wie sie seitdem im Wesentlichen unverändert bis auf den heutigen Tag sich erhalten hat. Als das Klima milder wurde, konnten sich die

arktischen Pflanzen in den tieferen Gebirgsthälern nicht mehr erhalten; nur auf den Felsrücken der Hochgebirge und in unzugänglichen Sümpfen fanden einzelne Reste des überwundenen Reiches der Polarflora, wie in uneinnehmbaren Festungen, eine Zuflucht; so erklärt es sich, daß wir auf den Gipfeln der schottischen Hochlande, des Riesengebirges, der Karpathen und der gesammten Alpenketten von Europa und Asien, selbst auf dem Himalaya und den Gebirgen der tropischen Sundainseln die nämlichen oder doch verwandte Pflanzenarten angetroffen haben, die uns dann erst wieder auf den Hochebenen von Finnland, Lappland und Norwegen oder in den Küstenlandschaften des Eismeeres begegneten.

Die Flora eines jeden Landes hat im Laufe der Jahrtausende ganz ähnliche Veränderungen durchgemacht, wie sie die Geschichte auch für seine Bevölkerung nachweist; ist doch, um nur ein Beispiel aufzuführen, Spanien zuerst durch nordafrikanische Berbern, dann nach einander durch Phönizier vom Ostrande des Mittelmeeres, durch Römer aus dem Apenninenlande, durch Gothen von der Ostsee, durch Araber vom Yemen besiedelt worden, ehe sich aus den jahrhundertelangen Kämpfen und Völkerwanderungen der Gleichgewichtszustand der Gegenwart ausbildete. Wie die Bevölkerung unserer Staaten, so sind auch die Pflanzengeschlechter unserer Wiesen und Wälder verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Alters; ein Theil ist schon seit undenklichen Zeiten auf seiner Scholle angesessen; andere haben sich erst später, die einen in diesem, die anderen in jenem Jahrtausend angesiedelt; jene sind bereits im Aussterben begriffen, nachdem ihre Zeitgenossen, in deren Gesellschaft sie einst geblüht, schon früher von der Erde verschwunden sind; diese stehen erst am Anfange ihrer Verbreitung und werden einst noch eine bedeutendere Rolle spielen. Ebenso verhält es sich mit der mitteleuropäischen Thierwelt. Nachdem die Polarthiere der Diluvialzeit mit den Gletschern größtentheils nach dem hohen Norden, dann die Steppenthiere nach Asien sich zurückgezogen

hatten, sind an ihre Stelle aus Süd und Ost zugleich mit den Pflanzen auch die Thiere des gemäßigten Klimas eingewandert. Aber in Gesellschaft der Thiergeschlechter, die noch heute unsere Heimath bewohnen, kamen auch der Riesenhirsch, das bepelzte Mammuth, das büschelhaarige Nashorn aus den Nadelwäldern Südsibiriens, um das Laub der jungfräulichen Forsten im Westen abzuweiden; ihnen folgte der Mensch, und die deutschen Eichenwälder sahen noch die letzten Jagden, wo jene unbehilflichen Riesenthiere den Kieselbeilen und Knochenpfeilen der ältesten Völker unterlagen, wie seitdem in geschichtlicher Zeit „Ur und Elch, Wisent und der grimme Schelch,“ der wilde Stier, Biber, Elenn, Bär, Luchs, Wolf auf deutschem Boden ausgerottet sind.[62])

XII.

So hat uns die Geschichte des Waldes aus einer mythischen Nebelferne in die klare Gegenwart hinabgeführt. Sollte der Wald uns nicht auch von unserer Zukunft zu erzählen wissen?

Die Prophezeiung, die wir aus dem Orakel des Waldes herauszuhören glauben, ist eine trübe. Es ist das alte Waldgleichniß Homers:

> „Wie die Blätter im Walde, so sind die Geschlechter der Menschen!
> Blätter verweht zur Erde der Wind nun, andere treibt dann
> Wieder der knospende Wald, wenn neu auflebet der Frühling;
> Also der Menschen Geschlecht; dies wächst und jenes verschwindet.“

Alles, was da lebt, ist vergänglich, nicht bloß die Einzelnen, sondern auch die Geschlechter; nicht bloß die Geschlechter, sondern auch die Arten sind sterblich. Unzählige Arten von Pflanzen und Thieren haben die Erde bewohnt, alle scheinbar bestimmt, das Leben auf ewige Zeiten zu genießen, und doch sind die allermeisten schon wieder erloschen, und wir würden von ihrer Existenz nichts ahnen, wenn nicht die Erde ihre verstümmelten Reste aufbewahrt hätte. Nichts in dem körperlichen Bau des Menschen berechtigt uns zu

der Hoffnung, daß unser Geschlecht von dem allgemeinen Schicksal der Sterblichkeit verschont zu bleiben bestimmt sei. Wir haben Familien aussterben sehen, deren Erhaltung für ewige Zeiten gewährleistet schien; wir haben Völker verschwinden sehen, nicht bloß solche, die in hilfloser Barbarei den Angriffen einer höheren Kultur nicht gewachsen waren, sondern auch solche, die, mit allen Waffen hoher Bildung ausgerüstet, für eine ewige Blüthe bestimmt schienen. Wo sind die alten Hellenen hin, die alten Römer, die Karthager, von Aegyptern, Babyloniern, Assyrern, Medern nicht zu reden? Wenn es irgend gestattet ist, aus den Erfahrungen der Vergangenheit auf die Zukunft zu schließen, so wird auch eine Zeit kommen, wo das ganze Menschengeschlecht, auf spärliche und verkümmernde Reste beschränkt, mit unterliegenden Kräften den Kampf gegen veränderte Naturmächte führen wird; es wird dann eine Zeit kommen, wo vielleicht die Schädel der Unglücklichen, die heute auf dem Meeresgrunde verschüttet, der allgemeinen Zerstörung entgingen, die letzten Ueberreste eines Geschlechtes sein werden, das in seinem Hochmuth wähnte, das ganze Weltall sei bloß um seinetwillen geschaffen, und der ewige Weltgeist bedürfe des schwachen Gefäßes, um sich darin zu erkennen und sein selbst bewußt zu werden.

So weissagte die Wala unter der großen Esche und verkündigte aus ihrem Rauschen dem Göttergeschlechte seinen hereinbrechenden Untergang, den Weltenbrand und die Götterdämmerung.

Wem die Stimme des Waldes, indem sie uns an unsere Vergänglichkeit mahnt, einen zu beängstigenden Eindruck machen sollte, dem wird vielleicht die Erwägung Beruhigung bieten, daß das Alter der Arten nach Aeonen mißt, für die tausend Jahre nur wie ein Tag sind; daß der Mensch nach allen Ermittelungen der Wissenschaft zu den jüngsten Kindern der Mutter Erde gehört und daß, wenn auch einzelne Menschenrassen, wie die Urvölker von Amerika und Polynesien, dem Erlöschen nahe zu sein scheinen, doch der weiße Menschenstamm, dem wir selbst angehören und den wir als die

höchste Blüthe am Baume der Menschheit zu betrachten berechtigt sind, allen Anzeichen nach erst am Anfang seiner Laufbahn steht und wohl noch eine ungeahnte Zukunft vor sich hat. Und auch dessen mögen wir gedenken, was die Entwickelungsgeschichte der Natur bisher durch alle Epochen bewahrheitet hat, daß die einzelnen Geschlechter, welche nach einander die Erde bewohnten, erst verschwunden sind, nachdem aus ihnen höhere und vollkommenere Arten hervorgegangen waren, durch welche sie ersetzt werden; daß endlich zwar die Formen des Lebens wechselten, daß aber die Gesetze immer dieselben geblieben sind; und so dürfen wir überzeugt sein, daß nicht bloß die Gesetze der materiellen Natur, sondern auch die Ideen des Schönen, Guten, Wahren, die ja nichts anderes sind, als die Naturgesetze des Geistes, ewig bestehen werden. Wir sind freilich nur Tropfen in dem uferlosen Strome der Weltgeschichte, dessen Quellen kein Auge geschaut und dessen Mündung kein Verstand zu ahnen vermag; der nach ewigen, unabänderlichen Gesetzen seinen Lauf nimmt, den keine Macht zu lenken und zu beschränken vermag. Aber auch der Tropfen hat seine Bestimmung erfüllt, wenn er auch nur ein Sandkörnchen von der Stelle gewälzt oder auch nur einen Keim befruchtet hat. Daß es aber auch dem kleinsten Tropfen gegeben ist, in sich Himmel und Erde und die ganze große Weltordnung zu spiegeln, das ist sein Glück und sein Vorzug, dessen er sich erfreuen mag, bis er sich auflösend im Aether verschwindet.





Erläuterungen.

[1]) (S. 4.) Cajus Plinius Secundus, der im Jahre 23 n. Chr. in Como geboren ist, diente von 45—52 sieben Jahre lang in Germanien bei der römischen Reiterei, wobei er das Land von der Donau bis zur Nordsee kennen lernte, und schrieb nach seiner Rückkehr ein Werk über die germanischen Kriege in zwanzig Büchern, das leider verloren gegangen ist. Doch machen viele Schilderungen in seiner großen Naturgeschichte, welche kurz vor seinem im Jahre 79 bei dem großen Ausbruch des Vesuvs erfolgten Tode veröffentlicht wurde, den Eindruck persönlicher Beobachtungen. Von den Urwäldern, „die ganz Deutschland bedecken und das Land mit Kälte und Dunkel füllen," wagt Plinius nicht, alle Wunder zu berichten, da sie ihm Niemand glauben würde; aber schon das, was er von den bei Ueberschwemmungen fortgespülten und mit den ungeheuren Aesten aufrecht im Wasser schwimmenden Eichen berichtet, welche die römischen Schiffe erschrecken, wenn sie Nachts an sie herangetrieben werden, macht den Eindruck der Uebertreibung, ebenso die Nachricht, daß durch den Gegendruck ihrer Wurzeln Hügel aufgeworfen würden, oder wenn der Boden nicht folge, sich Bogen bis zu den Aesten emporkrümmten, welche gleich weit geöffneten Thorwegen selbst Reiterschwadronen hindurchlassen (Hist. nat. XVI. 1. 2).

Der jüngere Plinius, der Neffe und Adoptivsohn des Naturforschers, empfindet bereits in modernem Geiste, wenn er dem Rath seines Freundes, des Geschichtsschreibers Tacitus, folgend, während seiner Villegiatur am Comersee der Eberjagd im Walde obliegt: „Ringsum der Wald, die Einsamkeit, die Stille — alles das regt wunderbar den Geist an . . ." Briefe, Buch I. 6. IX. 10.

[2]) (S 5.) Runde kahle Flecke mitten im Rasen der Wald- und Parkwiesen werden im Volksmunde als Elfen-, Feen- oder Hexenringe bezeichnet und als deren nächtliche Tanzplätze angesehen. In Wirklichkeit entstehen sie durch das Wachsthum der großen Blätterschwämme, deren Mycel im humusreichen Boden kreisförmig sich ausbreitet; in der Mittelfläche werden die Nährstoffe von dem Mycel aufgezehrt und das Gras getödtet, während am Rande die Fruchtkörper des Pilzes im Kreise hervorsprießen. Auch der Champignon der Wiesen (Agaricus campestris) erzeugt Feenringe; auf ihnen gedeiht besonders das Drehmoos (Funaria hygrometrica).

[3]) (S. 5.) Georg zu Putlitz, „Was sich der Wald erzählt." 48. Aufl. 1892.

[4]) (S. 6.) Goeppert hat gezeigt, daß nicht bloß die Wurzeln eines und desselben Baumes im Boden netzförmig unter einander verwachsen, wie man dies leicht an den zu Möbeln, Brückengeländern und dergleichen verwendeten Wurzelgeflechten wahrnimmt, sondern daß auch die Wurzeln fast aller Bäume in einem Walde unter einander mehr oder minder vollständig verwachsen sind. Wird daher in einem Fichtenwalde ein Stamm gefällt, so wird der Stumpf von seinen Nachbarn durch die Wurzelverbindungen noch so lange ernährt und erhält von ihnen so viel Bildungsstoffe zugeleitet, daß er die Schnittwunde durch neue Holzlagen vollständig überwallen und aus der verheilten Wunde auch wohl einen frischen Sproß hervortreiben kann. Aber nur Wurzeln der nämlichen Art verwachsen wirklich unter einander, Fichten mit Fichten, Buchen mit Buchen; zwischen Bäumen verschiedener Art, z. B. zwischen Tannen und Buchen findet niemals eine wirkliche, sondern höchstens eine scheinbare Wurzelverwachsung statt, indem die kräftigere Wurzel über die schwächere sich herumlegt, ohne doch mit ihr organisch sich zu vereinigen.

[5]) (S. 7.) An allen Wurzeln sind nur die jüngsten, dünnen Faserwürzelchen im Stande, vermittelst den Wurzelhaaren an ihrer Oberfläche das Bodenwasser einzusaugen; die älteren Verzweigungen sind von brauner Rindenborke überzogen, welche kein Wasser durchläßt und daher auch die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden vollständig verhindert. Beim Verpflanzen von Bäumen werden die zarten Faserwurzeln zerrissen, und der Baum nimmt daher nicht eher Wasser und Nährstoffe auf, bis nicht neue Faserwürzelchen aus den älteren Zweigen hervorgesproßt sind. Frank hat nachgewiesen, daß die Faserwurzeln unserer Waldbäume gewöhnlich mit einem dichten Filzgeflecht von Pilzfäden überzogen sind, welches eine Pilzscheide (Mycorrhiza) um diese Wurzeln bildet; sie wird von dem Myeel verschiedener, in der Erde sich entwickelnder Hut- und Bauchpilze gebildet. Die Pilze greifen die Baumwurzeln nicht als Parasiten an, sondern leben mit ihnen in einem friedlichen Verhältniß, in Symbiose; denn sie versorgen die Baumwurzeln mit den Nährflüssigkeiten des Bodens, während sie ihrerseits wahrscheinlich die organischen Ausscheidungen der Wurzeln zu ihrer Ernährung benutzen.

Die Wettersäulen oder Windhosen brechen offene Straßen durch den Wald, indem sie die ihrem Vorwärtsschreiten entgegenstehenden Bäume in schraubiger Drehung herausziehen und dann fallen lassen, so daß die Baumleichen mit aufgerichtetem Wurzelballen über einander geworfen werden.

[6]) (S. 10.) Die Eigenschaften der verschiedenen Holzarten beruhen auf der verschiedenen Vertheilung der anatomischen Elemente, aus denen sich dieselben zusammensetzen: der weitporigen Gefäße, der engeren Tracheïden und der harten Holzfasern; in vielen Hölzern findet sich auch kurzgliedriges Holzparenchym. Der Splint, der bald eine größere, bald eine kleinere Zahl von den jüngeren

Jahresringen umfaßt, ist immer ungefärbt, während das Kernholz stets dunkler gefärbt ist; bei Ebenholz und Guajac (Lignum sanctum) ist das Kernholz schwarz, der Splint weiß; bei Fernambuk-, Blau- und Sappanholz haben die rothen oder violetten Farbstoffe nur im Kernholz ihren Sitz; der Splint ist auch bei ihnen ungefärbt.

[7]) (S. 12.) Schon Hales hat berechnet, daß ein einziger Kohlkopf täglich in zwölf Stunden 625 Gramm Wasser verdampft, daß ein Birnbäumchen, welches nur 35 Kilogramm wiegt, in zehn Stunden sogar 6,5 Kilogramm Wasserdunst dem Luftraum zuführt.

[8]) (S. 13.) Höhnel hat die von einem Hektar Buchenhochwald vom 1. Juli bis 1. Dezember verdampfte Wassermenge auf 2,4 bis 3,5 Millionen Kilogramm berechnet. Um eine solche Menge Wasser in Dampf zu verwandeln, hätten 500000 Kilogramm Steinkohlen oder 1250000 Kilogramm Holz verbrannt werden müssen. Nun erzeugt ein Hektar Buchenwald in hundertjährigem Betrieb höchstens 600 Kubikmeter Holz, die 300000 Kilogramm wiegen, also nicht den vierten Theil der Holzmasse, deren Verbrennung zur Verdampfung erforderlich ist.

[9]) (S. 13.) Vergl. Oltmanns, „Ueber die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluß auf die Wasservertheilung im Boden;" Beiträge zur Biologie der Pflanzen IV. S. 1.

[10]) (S. 15.) Vergl. den Vortrag „Licht und Leben", Bd. I. S. 277 ff.

[11]) (S. 20.) Vergl. Goeppert, „Schilderungen aus dem Böhmer Wald", Nova Acta Leopold. Carol., Bd 84, S. 1 ff. 1868.

[12]) (S. 21.) Haarmoos, Leucobryum glaucum; Rennthierflechte, Cetraria rangiferina; Besenstrauch, Sarothamnus scoparius; Ginster, Genista pilosa: Sonnengold, Helichrysum arenarium; Schimmelkraut, Gnaphalium dioecum; Wintergrün, Pyrola secunda und media; außerdem Sandtragant, Astragalus arenarius; Sandnelke, Dianthus arenarius; Sandveilchen, Sandgräser u. a. A.

In Norddeutschland wird Kieferwald als Heide bezeichnet, während anderwärts unter Heide baumlose, mit Erica bewachsene Flächen verstanden werden.

[13]) (S. 21.) Plinius, Hist. nat. XVI. 2.: „In septentrionali Germaniae plaga Hercyniae silvae roborum vastitas intacta aevis et congenita mundo prope immortali sorte miracula excedit."

[14]) (S. 25.) Die Beobachtungen über die Aufeinanderfolge der Baumformationen in Dänemark verdanken wir vorzugsweise dem berühmten Naturforscher Jap. Steenstrup (Kopenhagen); ähnliche Beobachtungen über die in den norwegischen Mooren bewahrten Bäume machte A. Blytt (Christiania), der aus ihnen auch den Wechsel regenreicher, kühlerer und trockenerer, wärmerer Perioden begründete (Engler, „Botanische Jahrbücher," 1882/93).

[15]) (S. 25.) Recht anschaulich läßt sich das Aussterben der alten Kiefern in Mitten des Fichtenwaldes auf der schönen Alpenstraße beobachten, die von Thelemarken über das Haukelifjeld nach Odde in Hardanger führt; selbst die

Reisehandbücher (Meyer) machen bei der 789 m hoch gelegenen Station Botten darauf aufmerksam.

[16]) (S. 26.) Vergl. über die Eibe die Untersuchungen von Conwentz in den Abhandlungen zur Landeskunde der Provinz Westpreußen, Danzig 1892. Bekanntlich hat schon Cäsar bemerkt, daß die Eibe in Germanien und Gallien sehr häufig sei, während sie gegenwärtig nur selten und zerstreut vorkommt. Wassernuß, Trapa natans.

[17]) (S. 27.) Waldmiere, Stellaria Holostea; Weidenröschen, Epilobium angustifolium; Waldkreuzkraut, Senecio silvaticus; Schimmelkraut, Gnaphalium dioecum, silvaticum; Filago arvensis; Habichtskraut, Hieracium murorum u. a.

[18]) (S. 29.) Zur Familie der Scrophulariaceen gehören Schuppenwurz, Lathraea Squamaria; Kleewürger, Orobanche minor; Tabakwürger, Hanfwürger, O. ramosa; Bohnenwürger, O. cruenta. Zur nämlichen Familie gehören auch Augentrost, Euphrasia officinalis; Läusekraut, Pedicularis palustris und silvatica; Wachtelweizen, Melampyrum nemorosum, silvaticum, pratense; Wiesenklapper, Rhinanthus minor; sie bilden die Gruppe der Rhinantheen, die sich von den übrigen Wurzelschmarotzern dadurch unterscheidet, daß sie grüne Laubblätter besitzt und daher unzweifelhaft im Stande ist, im Lichte die zu ihrem Zellenbau erforderlichen Kohlenhydrate aus der Kohlensäure der Atmosphäre selbst zu erzeugen. Dagegen geht ihnen vermuthlich die Fähigkeit ab, die unentbehrlichen Eiweißstoffe durch die eigene Lebensthätigkeit zu bilden, und sie eignen sich diese an, indem sie mit Haftscheiben unter der Erde sich an Graswurzeln festklammern und aus deren Säften die stickstoffhaltigen Bildungsstoffe aussaugen. Mehrere Arten dieser Gruppe, die sich auch durch lebhaft gefärbte Lippenblüthen auszeichnet, schmarotzen an den Wurzeln der Getreidegräser und werden dadurch der Landwirthschaft lästige Ackerunkräuter: Melampyrum arvense; Euphrasia Odontites; Rhinanthus major; andere saugen sich an den Wurzeln der Alpengräser fest (Bartschia alpina, Tozzia alpina). In der Lebensweise übereinstimmend, wenn auch einer anderen Familie (Santalaceen) angehörig, ist das Verneinkraut (Thesium).

[19]) (S. 29.) Die zur Familie der Loranthaceen gehörige Mistel (Viscum album) ist ohne Zweifel gleich den Rhinantheen befähigt, durch ihre grünen Blätter im Lichte aus der Kohlensäure der Luft ihre aus Kohlehydraten bestehenden Zellbestandtheile selbst zu erzeugen, während sie für ihre stickstoffhaltigen, wie für die Aschenbestandtheile und für ihr Wasserbedürfniß auf den nährenden Baum angewiesen ist, an dessen Zweigen sie sich mit ihren Rindenwurzeln und Senkern eingewurzelt hat.

[20]) (S. 32.) „Tanta gentium in rebus frivolis plerumque religio“, Plinius, Hist. nat. XVI. 95. Bekanntlich wird das feierliche Abschneiden der Eichenmistel durch eine gallische Priesterin in Bellinis Oper „Norma“ auf der Bühne dargestellt.

Es könnte gezweifelt werden, ob unter der geheimnißvollen Eichenmistel wirklich unser gemeines Viscum album, oder nicht vielmehr der ihr verwandte Loranthus europaeus zu verstehen sei, da dieser in der That gewöhnlich auf Eichen schmarotzt, außerdem nur noch auf Edelkastanien vorkommt, während die Mistel Eichen meidet und nur äußerst selten auf diesen beobachtet worden ist. Loranthus unterscheidet sich von der Mistel durch seine im Herbst abfallenden Blätter und durch gelbe Beeren, während Viscum weiße Beeren besitzt und immergrün ist. Doch können sich die keltischen Mistelsagen nur auf Viscum beziehen, da nur dieses ganz Europa bis westlich zum Atlantischen Ocean bewohnt; dagegen ist Loranthus allein im südlichen Europa und östlich bis nach Kleinasien verbreitet und nur in Oesterreich, Böhmen und Mähren auf die Nordseite der Alpen vorgedrungen; in Frankreich und Deutschland aber fehlt er, mit Ausnahme eines einzigen Fundortes bei Pirna in der sächsischen Schweiz, wo Loranthus erst in neuester Zeit durch Misteldrosseln aus dem nahen Böhmen eingeschleppt worden ist.

Eingehend hat sich Theophrastos mit den Misteln beschäftigt, von denen er drei Arten: ἴξια, στέλις und ὕφεαρ nennt, ohne über deren specifische Unterscheidung klar zu werden; doch erwähnt er ihr Vorkommen auf Tannen, Kiefern, Eichen, besonders häufig auf Steineichen, sowie daß dieselben theils immergrün sind, theils das Laub abwerfen (Hist. plant. III. 7).

[21]) (S. 33.) Ein dem Kartoffelpilz verwandter Schimmelpilz, Phytophthora omnivora, tödtet mitunter im Pflanzgarten forstlicher Laub- und Nadelhölzer sämmtliche Keimlinge und wird besonders den Keimpflanzen der Buchen verderblich. Durch den nämlichen Pilz werden auch Kaktussammlungen zu Grunde gerichtet.

[22]) (S. 33.) Rußthau ist das schwärzliche Mycel von Schimmelpilzen, das Blätter und Zweige mit schwarzem Gespinnst überzieht: Capnodium auf Weiden, Pappeln, Eichen; Apiosporium auf Tannen. Mit Mehlthau dagegen wird das weiße Mycel der Erysiphearten bezeichnet, welches die Blätter der verschiedensten Kräuter und Bäume, z. B. von Weiden, Birken, Buchen, Eichen, Ahorn u. a. überspinnt und zum Absterben bringt.

[23]) (S. 34.) Die Schütte der Kiefern wird vorzugweise den Keimlingen und jungen Pflanzen im Pflanzgarten verderblich, indem die Nadeln sich bräunen, schwarze Pusteln bekommen und abfallen. Ursache der Krankheit ist ein Kernpilz: Lophospermium Pinastri.

[24]) (S. 34.) Die Rostpilze (Uredineae) entwickeln ihr Mycel im Innengewebe lebender Pflanzen; ihre Sporen aber werden von einem Fruchtlager unter der Oberhaut erzeugt und treten nach Durchreißung derselben als rother Staub nach außen, so daß die Sporenhäufchen dem bloßen Auge als rothe Ausschlagspusteln auf den Stengeln und Blättern der befallenen Nährpflanzen erscheinen. Wenn auch die bekanntesten und gefährlichsten Rostpilze das Getreide und andere Kulturgewächse (Erbsen, Runkelrüben) befallen, so leben doch zahl-

reiche Arten auch in wilden Kräutern und selbst in Bäumen; von letzteren sind der Rost der Fichtennadeln (Chrysomyxa abiotis) und der Blasenrost der Kiefern (Peridermium Pini) zu erwähnen, welcher Kienzopf verursacht; der Becherrost der Tannennadeln (Aecidium elatinum) erzeugt Krebsbeulen am Stamm und Hexenbesen in den Aesten der Edeltannen, besonders häufig im Schwarzwald.

[25]) (S. 35.) Die Sporen vieler Rostpilze keimen nicht auf ihrer Nährpflanze; erst wenn sie durch den Wind auf ein anderes Gewächs übertragen werden, entwickeln sie sich auf diesem; die zweite Generation bringt dann ganz anders gestaltete Sporen hervor, die man früher für ganz verschiedene Rostpilzarten gehalten hatte. So entwickeln sich die Sporen des bekannten auf der Berberitze lebenden Becherrosts (Aecidium Berberidis) nicht auf diesem Strauch, wohl aber auf dem Getreide, das sie mit Rost anstecken (Puccinia graminis); der Rost der Preiselbeeren (Calyptospora Goeppertiana) ist der nämliche Pilz, wie der Becherrost der Tannennadeln (Aecidium columnare); ebenso der Rost des wilden Rosmarin (Chrysomyxa Ledi auf Ledum palustre) und der Becherrost der Fichtennadeln (Aecidium abietinum), der Rost des Mägdeheils (Coleosporium Senecionis auf Senecio nemorensis) und der Rost der Kiefernadeln (Aecidium Pini); ebenso der Rost der Espen (Melampsora Tremulae) und der Drehrost der Kiefernadeln (Caeoma pinitorquum), der Gitterrost der Birnenblätter (Roestelia cancellata) und der Zapfenrost des Sadebaums (Gymnosporangium Sabinae) und des Wachholders (G. clavariaeforma).

[26]) (S. 38.) Robert Hartig (München) hat in seinen Büchern „Wichtige Krankheiten der Waldbäume", Berlin 1874, und „Die Zersetzungserscheinungen des Holzes" 1878, den Nachweis geführt, daß die verheerendsten Krankheiten der Waldbäume, welche die Verrottung und Vermoderung ihres Holzes zur Folge haben, das Werk von Hutpilzen sind, von denen die meisten zum Geschlecht der Löcherschwämme (Polyporus) gehören; so wird die Weißfäule der Buchen, auch der Birken und Rüstern vom Zunderschwamm (Polyporus fomentarius), die der Weiden, Pappeln, Erlen, Eichen und anderer Laubbäume vom Feuerschwamm (Polyporus igniarius), die Rothfäule der Nadelhölzer von Polyporus annosus, die Ringfäule des Kiefernholzes von Polyporus Pini erzeugt; Polyporus squamosus richtet zumeist Nußbäume, Polyporus sulfureus Pappeln und Weiden zu Grunde; dagegen wird die als Rebhuhnholz bekannte Zersetzung des Eichenholzes von Stereum frustulosum, das Harzsticken des Nadelholzes von Agaricus melleus bewirkt. Mehrere Hutpilze zerstören das in den Häusern verbaute oder zu Möbeln verarbeitete Nutzholz, so der gefährliche Hausschwamm, Merulius lacrimans. Die beste Belehrung über diese Beziehungen der Pilze giebt das Buch von Tuboeuf, „Pflanzenkrankheiten, durch kryptogame Parasiten verursacht," München, 1895.

[27]) (S. 39.) Kornrade, Agrostemma Githago; Rittersporn, Delphinium Consolida; Klatschrose, Papaver Rhoeas, Argemone und dubium; Wucherblume,

Chrysanthemum segetum; Taumellolch, Lolium temulentum; Trespe, Bromus secalinus; Flachsseide, Cuscuta Epilinum; Kleeseide, Cuscuta Trifolii; letztere kommt auch in Luzernefeldern vor und wird von den Botanikern mit der auf Thymian, Ginster und anderen wilden Kräutern schmarotzenden Cuscuta Epithymum für identisch gehalten, ist jedoch erst seit einigen Jahrzehnten als gefährlichster Feind der Kleefelder beobachtet worden, was eine Einschleppung von auswärts wahrscheinlich macht. Außer den im Text genannten giebt es noch eine große Menge Ackerunkräuter, die gewöhnlich nur unter der Saat gefunden werden; so unter anderen Windhafer (Avena fatua), Ackerhahnenfuß (Ranunculus arvensis), Adonisröschen (Adonis aestivalis und flammea), Mäuseschwanz (Myosurus minimus), Klappertopf (Rhinanthus major), Kamille (Matricaria Chamomilla und Anthemis arvensis); selbst gewisse Liliengewächse (Muscari comosum, Ornithogalum umbellatum, Gagea arvensis) kommen gewöhnlich nur im Ackerfeld vor.

[28]) (S. 40.) Daß ein- und zweijährige Pflanzen nur selten verwildern, liegt wohl daran, daß sie aussterben, sobald sie unter ungünstigen Verhältnissen nicht zur Samenbildung gelangen. Leichter wird es den mehrjährigen Stauden, den Sträuchern und Bäumen, da diese viele Jahre sich durch bloße Laubbildung unbeachtet erhalten und selbst durch Wurzelausschläge, Ausläufer u. s. w. vermehren können, bis sie in günstigen Jahrgängen Blüthen, Früchte und Samen entwickeln. Es haben sich in der That eine ganze Anzahl fremder Gehölze in verwildertem Zustande bei uns eingebürgert, so Syringa vulgaris, Spiraea salicifolia, Rosa lucida und cinnamomifolia, Robinia Pseudacacia; weit größer ist ihre Zahl in den klimatisch begünstigten Ländern von Südeuropa. Nur bei den Gewächsen, über die wir zuverlässige historische Nachrichten besitzen, also nur bei den seit der Renaissance, meist aus Amerika eingeführten Arten können wir es mit Sicherheit nachweisen, ob und seit wann sie bei uns verwildern; von den in früherer Zeit schon kultivirten wird es stets dem persönlichen Gutdünken überlassen bleiben, ob man die außerhalb der Kulturen angetroffenen Exemplare für verwilderte oder für ursprünglich einheimische halten will; dies gilt z. B. von den wilden Obstbäumen und Weinreben in den deutschen Wäldern.

[29]) (S. 40.) Zahlreiche Beispiele für Verbreitung der Pflanzen durch Thiere und Menschen giebt A. De Candolle „Géographie botanique raisonnée,“ II. 1855, S. 710. Auch die Ballastflora der Hafenstädte besteht aus Fremdlingen, die sich selten einbürgern.

[30]) (S. 41.) Dürrwurz, Erigeron canadense; Nachtkerze, Oenothera biennis; beide um 1614 in die botanischen Gärten aus Nordamerika eingeführt.

[31]) (S. 42.) Rührmichnichtan, Springkraut, Impatiens parviflora; die großblumige Art, Impatiens Noli tangere (wilde Balsamine), ist in unseren Wäldern einheimisch.

[32]) (S. 42.) Gabliges Leimkraut, Silene dichotoma. Ueber die Wan-

derungen des Frühlingskreuzkrauts (Senecio vernalis) nach Westen und Süden seit Mitte dieses Jahrhunderts vergl. P. Ascherson „Naturwissenschaftliche Rundschau," 23. Febr. 1896.

[33]) (S. 42.) Die Agave americana wird zuerst 1561 unter dem Namen „amerikanische Aloe" als im botanischen Garten von Padua kultivirt erwähnt und 1576 von Clusius beschrieben, der sie zuerst in spanischen Gärten, aber noch nicht blühend, gesehen hatte. Im Laufe des 16. Jahrhunderts verbreitete sie sich auch in die deutschen Gärten und wurde auch wohl ohne Kübel als Tafelzierde über dem Speisetisch aufgehängt; so bei den Blumenfesten im Garten des Dr. Laurentius Scholz in Breslau (siehe meinen Aufsatz in „Deutsche Rundschau," 1890, Hft. 7). Um die nämliche Zeit verbreitete sich auch der westindische Feigenkaktus (Opuntia Ficus indica); seine erste Abbildung findet sich bei Matthiolus, 1558, S. 360.

[34]) (S. 42.) Die griechischen Aerzte der römischen Kaiserzeit, Dioskorides und Galenos, kannten schon den Kalmus und die Heilkraft seiner aromatischen Wurzelstöcke. Doch war während des Mittelalters diese Kenntniß zugleich mit der Pflanze verloren gegangen, und die Apotheker verkauften unter dem Namen Calamus aromaticus die Wurzel der ähnlichen gelben Iris an Stelle des echten Kalmus. Selbst Matthiolus (1558) hatte den Kalmus noch nicht lebend gesehen und beschrieb denselben nur nach Stücken, die aus Konstantinopel in den Handel gebracht wurden, wie das auch die unnatürliche Abbildung in seinem berühmten Kräuterbuch bezeugt (S. 19). Bei den Türken war der Kalmus in allgemeinem Gebrauch geblieben; man verbesserte mit ihm schlechtes Trinkwasser und glaubte durch Kauen der Wurzel die Schädlichkeit ungesunder Luft zu beseitigen; besonders beliebt war bei ihnen der kandirte Kalmus. Das lebende Wurzelstück, welches Clusius 1574 aus Konstantinopel erhielt, stammte vom Rande des großen Sees am Fuße des bithynischen Olymps bei Brussa (Kleinasien am Marmarameer). Schon Matthiolus wußte aber, daß der Kalmus auch in Litthauen wachse und daß er dort Tatarschi Zetij (herba Tatarica) genannt werde, weil er durch die Tataren dahin verbreitet worden sei, deren Reich einstmals von der Krim bis an die Grenze von Litthauen reichte. Diese Nachricht wurde zwanzig Jahre später dem Clusius durch einen polnischen Arzt aus Wilna bestätigt, der ihn in seinem Wiener Garten besuchte, wo der Kalmus zum ersten Male 1577 in Blüthe stand; hiernach konnte Clusius die erste getreue Beschreibung und Abbildung der Pflanze liefern. Als Clusius dieselbe 1601 (Rariorum stirpium historia, S. 230) veröffentlichte, war der Kalmus, dessen Heimath nach obigen Angaben im pontischen Gebiet zu suchen ist, in Deutschland bereits eingebürgert und auch die türkische Sitte des Kandirens bei einigen adeligen Damen und bei den Apothekern in Uebung.

[35]) (S. 43.) Die Seidenpflanze wurde von Linné Asclepias syriaca genannt, erhielt aber später, als sich herausstellte, daß Kanada ihre Heimath sei,

den Namen eines amerikanischen Botanikers Ascl. Cornuti; der seidenartige Schopf der Samen, der diesem als Flugapparat dient, eignet sich wegen der Brüchigkeit der stark verkieselten Haare nicht zu Gespinnsten; auch die Bastfaser ist zur technischen Verwerthung nicht zu empfehlen, so daß der in Deutschland und Rußland gemachte Versuch der Kultur im Großen aufgegeben worden ist.

[36]) (S. 44.) Wasserpest, Elodea canadensis.

[37]) (S. 47.) Natterzunge, Echium vulgare; Leinkraut, Linaria vulgaris.

[38]) (S. 49.) Wegegras, Poa annua; eine buntblüthige Abart bewohnt das Hochgebirge, besonders in der Umgebung der Sennhütten. Das sogenannte Tannengras, das auf wenig betretenen Straßen zwischen den Pflastersteinen wächst, ist eine Knöterichart (Polygonum aviculare); schon in alter Zeit als blutstillendes Heilmittel besonders Lungenleidenden empfohlen, wird es neuerdings mit großer Reklame als Herba Homeriana empfohlen, angeblich aus Rußland eingeführt.

[39]) (S. 49.) Ueber Unkräuter und Ruderalpflanzen vergl. Franz Hellwig, „Ueber den Ursprung der Ackerunkräuter und der Ruderalflora Deutschlands;" Englers Jahrbücher für Systematik und Pflanzengeographie, VII. S. 343, 1881, und Drude, „Deutschlands Pflanzengrographie," I. 1896, S. 420. — Schierling, Conium maculatum; Nachtschatten, Solanum nigrum; Bilsenkraut, Hyoscyamus niger; Stechapfel, Datura Stramonium; Spitzklette, Xanthium Strumarium; echte und falsche Kamille, Matricaria inodora, Anthemis Cotula; Brennnessel, Urtica urens und dioeca; Gänsefuß, Chenepodiumarten; Glaskraut, Parietaria officinalis; Mäusegerste, Hordeum murinum; Vogelmiere, Stellaria media; Kreuzkraut, Senecio vulgaris; Distel, Cirsium arvense, Carduus nutans, acanthoides, Onopordon Acanthium; Klette, Lappa minor und tomentosa; Ballote, Schöllkraut, Hirtentäschel u. a.

[40]) (S. 50.) Euclidium syriacum, Zuckerschote; Bunias orientalis. Corispermum Marschalii bei Schwetzingen.

[41]) (S. 51.) Das Alter sehr alter Bäume läßt sich selten mit Sicherheit angeben, da sie in der Regel hohl werden; eine Schätzung nach der Dicke der noch erhaltenen äußeren Jahresringe giebt meist zu hohe Zahlen, da im Alter der jährliche Zuwachs viel geringer ist als in der Jugend. Am wenigsten zuverlässig sind oft die Altersangaben bei historisch berühmten Bäumen, da diese, wenn sie abgestorben sind, nachgepflanzt zu werden pflegen. Mit vielen historischen Bäumen mag es eine ähnliche Bewandtniß haben, wie mit dem Oelbaum, den man auf der Burg von Athen als den nämlichen zeigte, welchen Pallas im Wettstreit mit Poseidon geschaffen, oder mit der Steineiche von Apamea, an der Apollo den besiegten Marsyas aufgehängt haben sollte; auch ob die in Delos zu Vespasians Zeiten gezeigte Palme noch wirklich die nämliche war wie die von Odysseus bewunderte (vergl. Bd. I. S. 425, Erl. 36), unter der einst Leto die göttlichen Zwillinge gebar, mag ebenso zweifelhaft bleiben, wie das Alter des

Zürgelbaumes am römischen Forum, den Romulus gepflanzt, oder der Steineiche auf dem vatikanischen Hügel, die noch älter sein sollte als die Stadt (etwa 800 Jahre); Plinius, Hist. nat. XVI. 86.

[42]) (S. 52.) Die Angaben über die Linde von Neuenstadt am Kocher (Württemberg), das gewöhnlich, aber unrichtig, Neustadt geschrieben wird, nach Robert Caspary, „Württembergische naturwissenschaftliche Hefte," 1868, Heft 3, S. 193 mit zwei Tafeln III und IV.

[43]) (S. 54.) „Germania aut silvis horrida aut paludibus foeda, satis ferax, frugiferarum arborum impatiens," Tacitus, Germania 5. „Silvae totam implent Germaniam, adduntquo frigori umbras," Plinius, Hist. nat. XVI. 2.

[44]) (S. 58.) Vergl. die Vorlesung „Goethe als Botaniker," Bd. I. S. 111 ff.

[45]) (S. 59.) Die Algen, Flechten und Pilze, die in der Klasse der Thallophyten zusammengefaßt werden, haben mit einander nur den Mangel einer Gliederung von Wurzel, Stamm und Blättern gemein; im Uebrigen zeigen sie die größten Verschiedenheiten in der Gestaltung ihres Thallus. Bei den Pilzen wird der Thallus Mycel genannt und erscheint bald als spinnweben- oder watteähnliches Gespinnst, bald als lederartiger Filz, bald als wurzelähnliches Gesträngе. Der Thallus der Flechten, die aus der Symbiose von Algen und Pilzen zu einem gemeinsamen Gesammtorganismus hervorgehen, gleicht bald einer auf Steinen angewachsenen Kruste, bald einem krausen Laube, das nur lose auf der Unterlage aufliegt, bald einem frei von der Unterlage (Stein, Holz, Erde) aufstrebenden Zwerggebüsch. Ueber den Thallus der Algen vergl. den Abschnitt „Botanische Studien am Meeresstrande."

[46]) (S. 59.) Moose und Farne stimmen zwar mit den Thallophyten darin überein, daß sie sich durch staubfeine Sporen fortpflanzen; sie gehören deshalb zu den Sporenpflanzen oder Kryptogamen; sie stellen aber zwei höhere Stufen derselben dar. In der Klasse der Moose oder Bryophyten, und zwar unter den Lebermoosen, finden sich noch einzelne Geschlechter, welche einen Thallus besitzen, während die übrigen Lebermoose und die Laubmoose Stengel und Blätter, aber noch keine Wurzeln ausbilden; an Stelle der letzteren saugen sie das Wasser aus dem Boden durch Wurzelhaare (Rhizoiden) auf.

[47]) (S. 59.) Die Klasse der Farne und ihrer Verwandten, die als Pteridophyten zusammengefaßt werden, stellt die höchste Entwickelungsstufe der Kryptogamen dar, ebensowohl in ihrer äußeren Gestaltung und in den Vorgängen ihrer Fortpflanzung, als auch in ihrem inneren Bau, der eine ausgesprochene Sonderung von Hautgewebe (Epidermis mit Spaltöffnungen), Grundgewebe oder Parenchym und Leit- oder Gefäßbündelgewebe zeigt; daher heißen die Pteridophyten auch Gefäßkryptogamen, während Bryophyten und Thallophyten, deren Körper aus gleichartigem oder doch nur unwesentlich differenzirtem Zellgewebe besteht, als Zellenkryptogamen zusammengefaßt werden.

[48]) (S. 59.) Die Gymnospermen stellen eine Klasse von so verschieden-

artiger Gestaltung dar, daß erst in neuerer Zeit die nahe Verwandtschaft der zu ihnen gehörigen Familien erkannt wurde. Erst durch Wilhelm Hofmeister („Vergleichende Untersuchungen höherer Kryptogamen und der Koniferen," 1851) ist ihre Stellung als eine Uebergangsgruppe von der Stufe der Pteridophyten zu den höheren Blüthenpflanzen (Angiospermen) erkannt und erst seit dieser Zeit die morphologische und entwickelungsgeschichtliche Bedeutung der Fortpflanzungsorgane bei den letzteren richtig verstanden worden. Daß die palmenähnlichen Cykadeen die nächsten Verwandten der Koniferen seien, deren Stammbau die größte Aehnlichkeit mit dem der dikotylen Laubbäume zeigt, hat zuerst 1826 L. M. Richard (Paris) erkannt. Von den Gnetaceen gleicht eine Gattung (Ephedra) einem blattlosen Schachtelhalmgebüsch, eine zweite, die in der Steinwüste von Damaraland heimische Welwitchia mirabilis, einem gigantischen Rettich mit zwei auf dem Boden liegenden, mehrere Meter langen Riemenblättern, eine dritte (Gnetum) einem immergrünen Laubbaume. Die so heterogenen Gestalten der Gymnospermen machen es wahrscheinlich, daß die klaffenden Lücken zwischen den jetzt lebenden Vertretern dieser Klasse in der Vorwelt durch Zwischenformen ausgefüllt waren, die ausgestorben sind. In der That zeigt die Erforschung der fossilen Pflanzen, daß die Klasse der Gymnospermen in früheren Perioden der Erde bei weitem reicher entwickelt war, als heutzutage.

[49]) (S. 60.) Robert Brown (London) erkannte 1830 den unterscheidenden Charakter der Gymnospermen, die nackten, d. h. nicht in einer Fruchthülle eingeschlossenen Samen, und stellte ihnen die vollkommeneren Blüthenpflanzen, bei denen die Samen im Innern einer Frucht reifen, als bedecktsamige Angiospermen (von ἄγγος, Gefäß, Behälter) gegenüber. Zu ihnen gehört die bei weitem überwiegende Menge der Blüthenpflanzen, von denen ein Fünftel die Klasse der Monokotylen, vier Fünftel die der Dikotylen umfaßt. Die Namen dieser beiden Klassen beziehen sich zwar auf ein wenig auffallendes Merkmal, ob nämlich ihre Samen mit einem oder mit zwei Keimblättern keimen; doch sind die Monokotylen, zu denen u. a. die Verwandten der Gräser, der Lilien, der Orchideen, der Arumgewächse, der Palmen gehören, durch die gesammte Organisation des Stammes, der Blätter und Blüthen von den Dikotylen leicht zu unterscheiden.

[50]) (S. 60.) Graf A. Saporta hat in seinem mit Marion herausgegebenen Buche „Evolution du règne végétal" eine kryptogame, progymnosperme, gymnosperme, metagymnosperme, proangiosperme und angiosperme Epoche in der Entwickelung der Pflanzenwelt auf der Erde unterschieden.

[51]) (S. 66.) Am Anbeginn des Lebens auf der Erde, als auf der abgekühlten Oberfläche sich das Wasser zum ersten Male niedergeschlagen und eine heiße, an aufgelösten Salzen reiche Meeresumhüllung um die feste Erdrinde gebildet hatte, konnten ohne Zweifel in derselben keine anderen Lebensformen bestehen, als diejenigen, welche noch heutzutage in heißen Thermalquellen sich entwickeln, nämlich sehr einfache, blaugrün oder purpurroth gefärbte, kugelzellige

oder feinfädige Algen aus der Gruppe der Blaualgen (Cyanophyceae); durch ihre Thätigkeit wurde ein Theil der gelösten Kalk- und Kieselstheile aus dem Wasser ausgefällt, wie dieselben Algen noch in der Gegenwart in den Geisern und heißen Quellen Kalktuff und Kieselsinter in bergehohen Ablagerungen abscheiden. Aber auch als das Urmeer sich weiter abgekühlt hatte, in jener frühesten geologischen Periode des paläozoischen Zeitalters, die als laurentische und cambrische Stufe bezeichnet wird, konnte das Urmeer keine anderen Pflanzen enthalten als Seetange und andere Algen, die ja noch heutzutage die pflanzlichen Bewohner des Meeres sind; wir haben daher das Recht, von einem Zeitalter der Thallophyten zu sprechen.

Erst als im Devon, vielleicht schon im Obersilur sich Festland über das Meer erhoben hatte, war für die Pflanzenwelt die Möglichkeit einer höheren Entwickelung gegeben, die in wesentlich gleichförmiger Ausgestaltung durch alle Stufen der paläozoischen Epoche (Devon, Karbon und Perm) sich erhielt und bei der die höheren Kryptogamen oder Pteridophyten unzweifelhaft die überwiegende, den Charakter der Vegetation beherrschende Vegetationsform darstellten; wenn es auch weder an niederen Kryptogamen (Bryophyten und Thallophyten) noch an Gymnospermen fehlte, so kann doch die obere Hälfte des Paläozoikums als das Zeitalter der Pteridophyten bezeichnet werden.

[52]) (S. 67.) Die von den Geologen als mesozoische bezeichnete Formation zerfällt nach dem Charakter ihrer Vegetation in zwei sehr verschiedenartige Abtheilungen, von denen die unterste (Trias und Jura) sich noch eng an die paläozoische anschließt und nur durch das allmähliche Absterben der pteridophytischen Urgeschlechter (Kalamiten, Sigillarien, Lepidodendren, der primitiven Farngattungen) und das Ueberwiegen der Gymnospermen, der Koniferen und insbesondere der Cykadeen sich unterscheidet. In der zweiten, jüngeren Abtheilung dagegen, der Kreideformation, sind nicht bloß alle paläozoischen Geschlechter bereits völlig ausgestorben, sondern es treten auch die noch jetzt lebenden Gattungen der monokotylen und dikotylen Angiospermen, je länger, je zahlreicher in Erscheinung; auch unter den Gymnospermen, die jetzt zurücktreten, kommen die Konifferengeschlechter der Gegenwart allmählich zur Entwickelung (Pinus, Araucaria, Sequoia, Widringtonia, Glyptostrobus, Callitris, Gingko, Taxus u. a.

[53]) (S. 67.) Eine große Anzahl von Pflanzengattungen und selbst Familien sind auf die südliche Halbkugel beschränkt und überschreiten nordwärts nicht den Aequator, während sie den jetzt durch ungeheure Meeresflächen getrennten Floren von Südamerika, Südafrika, Südaustralien und den Inseln des Indischen und Polynesischen Oceans oder wenigstens einem Theil derselben gemeinsam sind (Proteaceen, Kasuarieen, Epekrideen, Restiaceen — Todea, Araucaria, Dacrydium u. a.).

[54]) (S. 70.) Der echte baltische Bernstein wird jetzt auf Grund der chemischen Untersuchungen von Helm (Danzig) von ähnlichen fossilen Harzen als Succinit unterschieden; er ist das Harz der Bernsteinkiefer, Pinus succinifera,

das aus ihren Stämmen ausgeflossen oder nach der Vermoderung des Holzes zurückgeblieben ist. Die Bernsteinwälder wuchsen Jahrtausende hindurch an der schwedischen Ostseeküste in jener früheren Stufe der Tertiärzeit, die von den Geologen den Namen Oligocäne erhalten hat; die zahlreichen sommer- und immergrünen Laubgehölze, welche damals gleichzeitig mit den Beständen der Bernsteinkiefer und anderen Koniferen den Wald zusammensetzten, gewährten ein Landschaftsbild, wie es in der Gegenwart sich etwa in Japan findet. Wir verdanken die Kenntniß der mannigfaltigen Bäume, Sträucher und Blumen, von denen sich Reste im Bernstein eingeschlossen erhalten haben, den Forschungen von Goeppert, Caspary und ganz besonders von Conwentz („Die Flora des Bernsteins," Danzig, 1886; „Monographie der baltischen Bernsteinbäume," Danzig, 1890). Conwentz stellte fest, daß in den Baumwipfeln des Bernsteinwaldes Parasiten aus der Verwandtschaft der Misteln und Loranthen schmarotzten, daß ihre Stämme von Spechten angegriffen, von Holzböcken und anderen Holzinsekten angebohrt, von einem noch jetzt lebenden Löcherschwamm (Polyporus vaporarius) verrottet, von Blitzen zerspällt und selbst in Flammen gesetzt wurden — ganz so wie die Waldbäume der Gegenwart.

Die Bernsteinwälder sanken später zugleich mit dem Boden, auf dem sie standen, unter das Meer und wurden von bläulichen Sandablagerungen begraben. Während der Diluvial- oder Glacialzeit wurde der Bernstein von seiner ursprünglichen Lagerstätte weiter nach Süden, ein großer Theil nach der Ostseeküste des Samlandes zwischen Königsberg und Elbing geführt; jedoch findet sich Bernstein auch am Strande der Nordsee und über die ganze norddeutsche Ebene zerstreut bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge, in Schlesien selbst noch in den Thälern des Waldenburger und Riesengebirges bis zu einer Höhe von 425 m. Nach der jetzt herrschenden Ansicht geschah der Transport des Bernsteins im Gletschereise, während man früher ihn durch Meeresfluthen fortgeschwemmt dachte.

Conwentz läßt es unentschieden, ob die Bernsteinbäume unseren Fichten oder unseren Kiefern näher standen, da die mikroskopische Untersuchung der Hölzer keine entscheidenden Merkmale liefert. Wenn wir hier diese Bäume als Bernsteinkiefern bezeichneten, so ist es, weil die Kiefern in der Jetztwelt zumeist durch größeren Harzreichthum sich auszeichnen.

[55]) (S. 72.) Vergl. die meisterhafte Schilderung von O. Heer, dem wir auch die Erforschung der arktischen Tertiärflora verdanken, in seinem Buche „Die Urwelt der Schweiz," Zürich, 1865; Unger, „Geschichte der Pflanzenwelt," Wien, 1852; Graf Saporta, „Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen," Braunschweig, 1881. Die Braunkohlen selbst sind zum größten Theile aus dem Holze von Koniferen der Cypressenfamilie, vermuthlich von Mammuthbäumen (Sequoia) entstanden, die in der Miocäne auch in Deutschland unermeßliche Wälder bildeten.

[56]) (S. 73.) Nachdem festgestellt war, daß die über die ganze norddeutsche Ebene zerstreuten Felsblöcke aus Skandinavien, die nicht selten als Geschiebe im Flachland vorkommenden Versteinerungen zumeist aus den russischen Ostseeprovinzen stammten, konnte kein Zweifel darüber sein, daß die einzige Kraft, welche in der Gegenwart die schwersten Blöcke auf weite Entfernungen von der Höhe des Gebirges in die Thäler hinabführt, nämlich das Gletschereis, den Transport auch dieser erratischen oder Findlingsgesteine von ihren ursprünglichen Lagerstätten über tausend Kilometer bewirkt habe. In der That wurde, nachdem schon in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts durch Charpentier, Desor, Agassiz u. a. die ehemalige Ausdehnung der Alpengletscher bis über die ebene Schweiz hinaus ermittelt worden war, auch in Norwegen, Schweden, Finnland und Schottland zweifellos nachgewiesen, daß in diesen Ländern ungeheure Gletscher zu einer Zeit, die der warmen Tertiärepoche unmittelbar nachfolgte, bis an das Meer hinabgeflossen seien, wo man ihre unverkennbaren Spuren überall an den geglätteten und zerschrammten Felsen und Klippen noch heute sichtbar erkennt. Man bezeichnete deshalb die der Tertiärzeit folgende, durch das mächtige Anwachsen der Gletscher charakterisirte, quaternäre Periode als Glacial- oder Eiszeit. Der englische Geologe Lyell stellte die Theorie auf, daß in jener Epoche das Meer bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge gestiegen sei und die Tiefebenen von Norddeutschland, Nordrußland und Nordamerika überfluthet habe, daher diese Zeit auch Diluvialperiode genannt wird. Der Fuß der nordischen Gletscher habe in dieses Meer hineingetaucht; beim Abbrechen derselben hätten sich Eisberge abgelöst, wie dies noch heute alljährlich beim „Kalben" der grönländischen Gletscher beobachtet wird; diese Eisberge, erfüllt mit den Blöcken, dem Geröll und den Schuttmassen der Endmoränen, wie sie gewöhnlich von den Gletscherstirnen eingeschlossen werden, seien durch Meeresströmungen südwärts getrieben worden, wie in der Gegenwart die Eisberge von Grönland bis auf die Höhe von New York, die des Südpolarlandes bis in die Nähe der Kapstadt geflößt werden. Wenn dann die Eisberge in südlicheren Breiten gestrandet und abgeschmolzen seien, hätten sie die im Eis eingeschlossenen Gesteinsmassen niederfallen lassen, die jetzt als Geschiebe und Findlingsblöcke den Boden der Tiefebenen übersäen.

[57]) (S. 73.) Die „Drifttheorie" ist gegenwärtig von den Geologen aufgegeben worden, nachdem 1875 der schwedische Forscher Torell überzeugend nachgewiesen hatte, daß während der Glacialperiode Holland, Norddeutschland, Nordrußland und Nordamerika mit einem Mantel von Inlandeis bedeckt gewesen seien, in welchem die nordischen Gesteine eingeschlossen und nach den Gesetzen der Gletscherbewegungen von Nordost nach Südwest gewandert seien. Die meisten Geologen nehmen zwei bis drei solcher Eiszeiten an, die durch wärmere Interglacialperioden, wo die Gletscher zurückwichen und der Entwickelung einer arktischen Thier- und Pflanzenwelt Raum ließen, unterbrochen gewesen seien.

[58]) (S. 75.) Platon erzählt in seinen Dialogen Timaeos und Kritias von einer versunkenen Insel Atlantis, die sich in grauer Vorzeit im Westen der Säulen des Hercules aus dem Meere erhoben habe; er schildert ausführlich ihre Geschichte und Staatsverfassung, angeblich nach den Zeugnissen seines Vorfahren Solon und der ägyptischen Priester. Wenn nun auch zweifellos Platons Bericht bloß ein politischer Roman ist, so haben doch auch hervorragende Naturforscher, wie Franz Unger und O. Heer, gemeint, daß der Sage von der Atlantis eine dunkle Erinnerung an eine ehemalige Landbrücke zu Grunde liege, die einst im Zeitalter der Mioeäne den Westen Europas mit dem Osten von Nordamerika verbunden habe, und auf der beide Welttheile, die heute durch den Atlantischen Ocean getrennt sind, ihre Pflanzen austauschen konnten; sie glaubten durch diese Hypothese die Aehnlichkeit der europäischen Braunkohlenflora mit der Waldformation des heutigen Nordamerika zu erklären und betrachteten die Gruppe der Makaronesischen Inseln (Madeira, die Kanaren und Azoren) als den Ueberrest jenes versunkenen Kontinents. Gegenwärtig wird es jedoch für wahrscheinlicher gehalten, daß die gemeinsamen Züge der miocänen Floren von Mitteleuropa und der noch heute in Nordamerika fortlebenden sich vielmehr durch Einwanderung aus der Tertiärflora des Polargebiets erklären lasse; man erblickt am Nordpol die Urheimath jener formenreichen Vegetation, die während der Glacialzeit in der östlichen Hemisphäre ausgestorben ist, während sie in der westlichen sich zum großen Theil bis in die Gegenwart erhalten hat. Vergl. F. Sander, „Ueber die platonische Insel Atlantis," Bunzlau, 1893.

Dem nordamerikanischen Pflanzenforscher Asa Gray verdanken wir die genaue Kenntniß der zwischen der Flora von Nordamerika, Europa und Ostasien bestehenden Beziehungen und der darauf begründeten geologischen Schlußfolgerungen. Eine inhaltsreiche Darstellung des Entwickelungsganges der heutigen Vegetation seit der Tertiärzeit gab A. Engler, „Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt," Leipzig, 1879/82.

[59]) (S. 75.) Unter den als Diluvium zusammengefaßten Schichten, welche sich während oder bald nach der Eiszeit auf unseren Tiefebenen ablagerten, sind zwar Niederschläge aus dem Meere selten zu finden; doch fehlt es nicht an solchen, namentlich in der Nähe der Ostseeküste, welche beweisen, daß diese Lokalitäten einstmals vom Meere überfluthet gewesen sind. An den Südküsten von Schweden ist der in der Quaternärzeit um 100 m höhere Stand der See an Strandterrassen und Muschelbänken unzweifelhaft nachgewiesen.

[60]) (S. 75.) Das Vorkommen zahlreicher Diatomeen, deren Heimath das Meer ist, mitten im Binnenlande in Salzquellen und salzhaltigen Bächen (bei Artern in Thüringen, Numburg bei Sondershausen) läßt sich meines Erachtens nicht anders erklären, als daß an diesen Stellen der Salzgehalt des Wassers das Fortbestehen einer marinen Flora seit der Diluvialzeit gestattet hat, die anderwärts in Folge des Aussüßens zu Grunde gegangen ist. Auch größere Grün-

algen (Enteromorpha), Chareen (Chara crinita) und selbst Blüthenpflanzen (Ruppia maritima) haben die Salzquellen und -Bäche mit dem Meere gemein.

Die blühende Flora des Meeresstrandes wird gebildet von eigenthümlichen Arten, die sich zumeist durch dickfaftige, graugrüne Blätter auszeichnen; ein großer Theil gehört zu den Salsolaceen, welche die Salzsteppen der ganzen Welt bewohnen; sehr charakteristisch sind die Dünengräser, deren unterirdische, in der Tiefe sich reichlich verzweigende Wurzelstöcke, in Gemeinschaft mit den weithin kriechenden Wurzeln der Sanddornbüsche (Hippophae rhamnoides), den Flugsand festhalten und deshalb zur Befestigung der Dünen angepflanzt werden (Strandroggen, Elymus arenarius; Strandweizen, Triticum junceum; Strandgerste, Hordeum maritimum; Sandhelm, Ammophila arenaria u. a.). Allgemein bekannt durch die schön gebuchteten Blätter und die umdornten, amathystblauen Blüthenköpfe ist die Stranddistel (Eryngium maritimum), die jedoch nicht zu den Disteln, sondern zu den Doldengewächsen (Umbelliferen) gehört. Durch blaue, sternähnliche Blüthenköpfchen ist die Strandaster (Aster Tripolum), durch Wohlgeruch der lilablüthige Strandsenf (Cakile maritima) und die gelbe Strandlevkoy (Cheiranthus maritimus), durch heilkräftige Säfte das Löffelkraut (Cochlearia officinalis) ausgezeichnet. Ein großer Theil dieser und vieler anderer salzliebenden Strandpflanzen (Halophyten) kommt auch in der Umgebung der Salinen vor, jedoch nur in den diluvialen Tiefebenen, während sie an den Salzquellen der Alpen gänzlich fehlen; wir glauben sie daher ebenfalls als überlebende Zeugnisse einer ehemaligen Seestrandflora im jetzigen Binnenlande auffassen zu dürfen.

[61]) (S. 76.) Ueber das ehemalige Steppenklima von Mitteleuropa und seine Flora und Fauna vergl. Nehring, „Ueber Tundren und Steppen," Berlin, 1896.

[62]) (S. 78.) Sichere Nachweise von der Existenz des Menschen in Mitteleuropa (gespaltene Thierknochen, Kieselwerkzeuge, selbst in Knochen eingeritzte Ornamente und Zeichnungen) besitzen wir erst aus der Diluvialzeit und zwar aus der auf die große Vereisung folgenden Periode, als Mammuth, Rhinoceros und andere jetzt ausgestorbene Thiere noch unsere Wälder und Wiesen abweideten, Höhlenbär und Höhlenlöwe in den Gebirgen auf Raub ausgingen; ob es schon früher, vielleicht in anderen Theilen der Erde, Menschen gegeben hat, darüber läßt sich nichts Bestimmtes aussagen, da bis jetzt zweifellose Zeugnisse noch nicht gefunden sind; vergl. jedoch Bd. I, S. 430, Erl. 83.



Weinstock und Wein.







Weinstock und Wein.

I.

Daß der Mensch allein unter allen Geschöpfen eine Geschichte hat, daß er allein es vermochte, über seinen Naturzustand, in dem er dem Thiere kaum überlegen ist, sich emporzuschwingen, die Natur außer ihm, so wie seine eigene zu überwinden und in eine höhere, durch sittliche und ästhetische Bestrebungen geadelte Existenz einzutreten: das verdankt er der glücklichen Organisation seines Körpers, vor Allem aber der unabsehbaren Entwickelungsfähigkeit seines Geistes. Aber der Mensch wäre durch eigene Kraft nicht im Stande gewesen, zu humaner Gesittung sich zu erheben, hätte ihm die Natur nicht eine Anzahl Pflanzen beigesellt, die ihn in seinem Ringen nach Civilisation unterstützt und begleitet haben. Ich spreche hier von den Pflanzen der Aecker und Gärten, von den angebauten Gewächsen.

Was die Alten in heiligen Mysterien als dunkles Geheimniß feierten, das ist heute eine Jedermann geläufige Wahrheit, verherrlicht durch Schillers gedankenreiches Gedicht: daß der Mensch gleich dem Thier der Wüste unstät und elend umherirrte, so lange er nur

auf Jagd und Raub angewiesen war, und daß erst die Gaben der Ceres, die Getreidepflanzen, ihm ein friedliches, gesichertes Dasein, die Möglichkeit fester Niederlassungen, gesellschaftlicher und staatlicher Vereinigung vorbereitet haben. So wurde in der That die Kultur dieser Pflanzen

„die Bezähmerin wilder Sitten,
die den Menschen dem Menschen gesellt".

Sinnig bezeichnen wir die angebauten Gewächse als Kulturpflanzen: nicht allein weil sie selbst der Kultur bedürfen, weil sie durch die Kultur erzeugt oder doch vervollkommnet, ohne Kultur nicht gedeihen und sich erhalten können, sondern auch weil sie für die Menschheit Träger der Kultur gewesen, weil noch bis zum heutigen Tag ihre Kultur das Fundament jedes geordneten Kulturlebens geblieben ist. [1])

Wenn es im Allgemeinen von hohem Interesse ist, den natur- und kulturgeschichtlichen Thatsachen nachzuforschen, auf denen jene bedeutungsvolle Wechselwirkung zwischen gewissen Pflanzen und der Menschheit beruht, so möge es uns hier gestattet sein, diese Beziehungen an einem einzelnen Beispiele, am Weinstocke, zu verfolgen, einem Gewächs, das nächst den Getreidearten vielleicht die wichtigste Rolle in der Kulturgeschichte unseres Geschlechts gespielt hat.

Die Pflanze, die uns den Wein liefert, führt den Namen des edlen Weinstocks (Vitis vinifera), sie gehört einem alten Geschlechte an, das schon in der Miocänzeit die Braunkohlenwälder durchrankte und noch in der Gegenwart durch 28 lebende Sippen vertreten ist; doch sind diese sämmtlich in den Ländern des wärmeren Asien und Amerika heimisch; nur der edle Weinstock gehört auch Europa an. [2]) In der That überragt er seine Geschlechtsgenossen durch den Adel seiner Bildung; schön und poetisch ist er vom Wirbel bis zur Zehe, von der Wurzel bis zur höchsten Ranke; und doch, wie mannigfaltig sind die Formen, in die er sich kleidet; wie verschieden der Charakter, den er der Landschaft verleiht! Selbst

in unserem Vaterlande wandelt die Rebe mannigfach ihre Erscheinung, wenn wir von Norden uns dem Süden nähern.

Im kalten Norden verträgt der Weinstock noch nicht recht die freie Luft; er zieht sich zurück hinter den Schutz von Glaswänden, wo er, sorgsam gepflegt, oft in überraschender Fülle köstliche Früchte reift. Die künstliche Wärme der Treibhäuser bringt hier die Trauben zu gleicher Vollendung, wie sie im Freien erst die Sonne von Griechenland und Spanien auskocht. Daher findet man nirgends so schöne Trauben, als in England [3]) und St. Petersburg; freilich werden sie auch nirgends so theuer bezahlt.

Im größten Theile von Norddeutschland, schon vom 52. Breitegrad ab, wagt sich der Weinstock ins Freie, zuerst noch am Spalier an wärmenden Mauern emporgezogen, die er mit grünem Blätterteppich behängt, oft auch schon eine Veranda vor der Hausthür oder einen Laubengang überschattend.

So wie wir aber unter dem 50° die Linie des römischen Pfahlgrabens überschreiten, die noch heutzutage die Grenze zwischen Nord- und Süddeutschland darstellt, so steigt die Rebe aus dem Garten ins freie Feld und siedelt auf sonnigen Hügeln sich an. An den nördlichsten Ausläufern der Weinberge führt uns sogar schon die Eisenbahn zwischen Berlin und Breslau bei Guben vorbei; in größerer Ausdehnung begegnen wir ihnen am linken Ufer der Elbe bei Meißen und an der Thüringer Saale um Naumburg; aber den schönsten Schmuck verleihen sie erst dem Rheinthal und seinen Seitenverzweigungen, wo die lachenden Rebengelände mit dem stolzen grünen Strome, den schroffen Felsen, den verwitterten Ruinen, den uralten Städten zu heiteren Landschaftsbildern sich vereinen. In Reihe und Glied, auf kurzen, zwei bis fünf Fuß hohen Pfählen oder im Spalier am Drahtrahmen ist die Rebe aufgebunden; durch sorgfältiges Beschneiden in Zwerggestalt zurückgehalten, läßt sie die überhangenden Sprosse bogenförmig herabneigen; mitten im Weingelände leuchten die weißen Winzerhäuschen,

während aus den sagenbewohnten Trümmern am Gipfel des Berges der Hauch vergangener Zeiten uns umweht.[1]) In ähnlicher Weise wie am Rhein, erscheinen die Weinberge auch in einem großen Theil von Frankreich und in Ungarn; in den holzarmen Ländern von Südeuropa werden die Pfähle meist durch starke Rohrhalme vertreten. Anderwärts zieht man die Rebe auch wohl ohne Pfahl, indem man ihre Triebe auf dem Boden hinkriechen läßt; so geschah es schon in uralter Zeit in Karthago, in Palästina, im alten wie im modernen Griechenland; so wurde die Rebe an der Mittelmeerküste Frankreichs von den phokäischen Ansiedlern, vielleicht bereits von ihren phönizischen Vorgängern gezogen, und wird sie es noch heutzutage von ihren Nachfolgern in der Provence und an den spanischen Küsten.



Jenseits der Alpen, zunächst in Südtirol, begrüßt uns die Rebe in einer neuen, schöneren Form. Um das freundliche Meran, an den Ufern der Etsch und Passer, erheben sich die rebenbekränzten Hügel, von 23 Burgen gekrönt, hinter denen die purpurblauen Felswände des Mittelgebirges aufsteigen, während in der Ferne die Eispyramiden des Ortler und der Oetzthalferner das Amphitheater abschließen. Jene Hügel sind von hohen Steinmauern eingefaßt, auf denen Feigenbäume wurzeln, an deren Fuß die Kaperstaude ihre violetten Blüthenbüschel hervortreibt. Das Innere des Weinberges gleicht einer einzigen Gartenlaube; starke Pfähle tragen

ein dachstuhlartiges Lattenwerk, das von den hier weit kräftiger aufgeschossenen Reben mit Blättern und Trauben üppig durch-



flochten wird. Mit den Weinlauben wechseln Alleen von Pfirsich- und Mandelbäumen, während der Boden zwischen den Reben noch Mais und Haidekorn trägt. In der nämlichen Weise wurde in

den südlichen Alpenthälern schon von den alten Rhätiern der Veltliner und Tiroler Wein gezüchtet, den Vergilius besang und Kaiser Augustus allen anderen Sorten vorzog. Anmuthig ist es, unter solcher Pergola, die oft Kilometer weit die Bergpfade überschattet, dahin zu wandern; schöner noch stellt sie sich dar, wenn, wie in Capri, die mit duftigen Trauben behängten Weinlauben auf Reihen von gemauerten Pfeilern oder steinernen Säulen ruhen. In ähnlichen Pergolen wird der Medoc bei Bordeaux erzeugt; sie bilden eine Zierde der Landschaft an den Seen Italiens, an der ligurischen Küste und in vielen Provinzen im Innern des Landes; die pompejanischen Wandgemälde und die Abbildungen altägyptischer Gärten in den Gräbern von Theben zeigen uns, daß man schon vor Jahrtausenden die Rebe in den malerischen Formen der Bogengänge und Lauben zu erziehen verstand.

Steigen wir von den Alpen hinab in die lombardische Ebene, so begegnen wir dort bereits jener klassischen Form des Weinbaues, die an malerischer Schönheit alle anderen übertrifft. Auf jenem unerschöpflichen Boden, dem eine vieltausendjährige Kultur noch nichts von seiner ursprünglichen Fruchtbarkeit hat rauben können, ist Acker, Weinberg und Baumgarten zusammengeflossen. So weit das Auge reicht, ist der Boden mit Getreide, Weizen, Mais oder Sorgho besät, mit einer Borte von Zwiebeln, Bohnen und Melonen eingefaßt. Mitten in den Feldern stehen in regelmäßigen Abständen Maulbeerbäume; an ihren Stämmen, die sich oben gabelig theilen, klettert der Weinstock hinauf, hängt sich in die Gabel und schlingt sich dann in fruchtschweren Guirlanden von Baum zu Baum oder spannt phantastische Ehrenpforten über den Weg. Weiter nach Süden umschlingt die Rebe auch höhere Bäume, besonders Pappeln und Ulmen; schon in alter römischer Zeit war es in Italien Sitte, die Rebe mit der Ulme zu vermählen, und als Wittwer schien der Baum zu trauern, der der bräutlichen Umarmung entbehrte. In Kampanien war es Brauch, daß ehe der Winzer daran ging, die

Trauben von den Baumwipfeln zu lesen, er sich bei dem Herren des Weinberges freies Begräbniß ausbedingte, im Fall er bei seiner gefährlichen Arbeit verunglücken sollte. Als Kineas, ein bekannter Witzbold des Alterthums, von König Pyrrhos von Epirus nach Italien geschickt wurde, blickte er mit Verwunderung empor zu den hoch oben in den Baumkronen reifenden Trauben; als er aber zu Ariccia den aus diesen Trauben bereiteten Wein gekostet, der ihm nicht munden mochte, meinte er: die Mutter desselben verdiene es wohl, an so hohem Galgen zu hängen.

II.

Bis zum vierten Jahre verwendet der Weinstock alle seine Kräfte, um zu wachsen und zu erstarken; dann aber beginnt er die Reihe jener wunderbaren Arbeiten, welche die Aufgabe seines Lebens, die Bereitung des Weines, zum Ziel haben.

Im ersten Frühling, während in Wald und Wiese schon Alles sproßt und blüht, steht der Weinstock noch regungslos, mit schlafenden Augen, als sei er unberührt von dem lebendigen Treiben umher. Aber diese Ruhe ist nur scheinbar; in den schlanken, biegsamen Zweigen, unter der trockenen, faserig zerrissenen, in dünnen Fetzen sich abschälenden Rinde pulsirt bereits ein Leben, so voll und kräftig, daß die Wissenschaft kaum zu begreifen vermag, wie in so schwachem Gefäße so gewaltige Kraftentwickelung vor sich gehen kann. Kaum ist der Boden vom Winterfroste gelöst, so treten die starken, holzigen, tief in die Erde eindringenden Wurzeln des Weinstocks an ihre Arbeit; sie saugen das Wasser ein, welches der vom Winter her mit Feuchtigkeit übersättigte Boden ihnen zuführt; sie thun dies mit solcher Heftigkeit, als gelte es, einen brennenden Durst zu löschen. Die Wurzeln behalten das Wasser nicht; sie treiben es mit gewaltiger Kraft empor in den Stamm; hier steigt es von Knoten zu Knoten, von Ast zu Ast, bis hinauf in die obersten Zweige. Durchschneidet man um diese Zeit den Stengel einer

Rebe, so fließt Saft aus der Wunde; man sagt dann: der Weinstock thränt, die Rebe blutet; man kann in wenig Wochen mehrere Liter ausgepreßten Saftes sammeln.

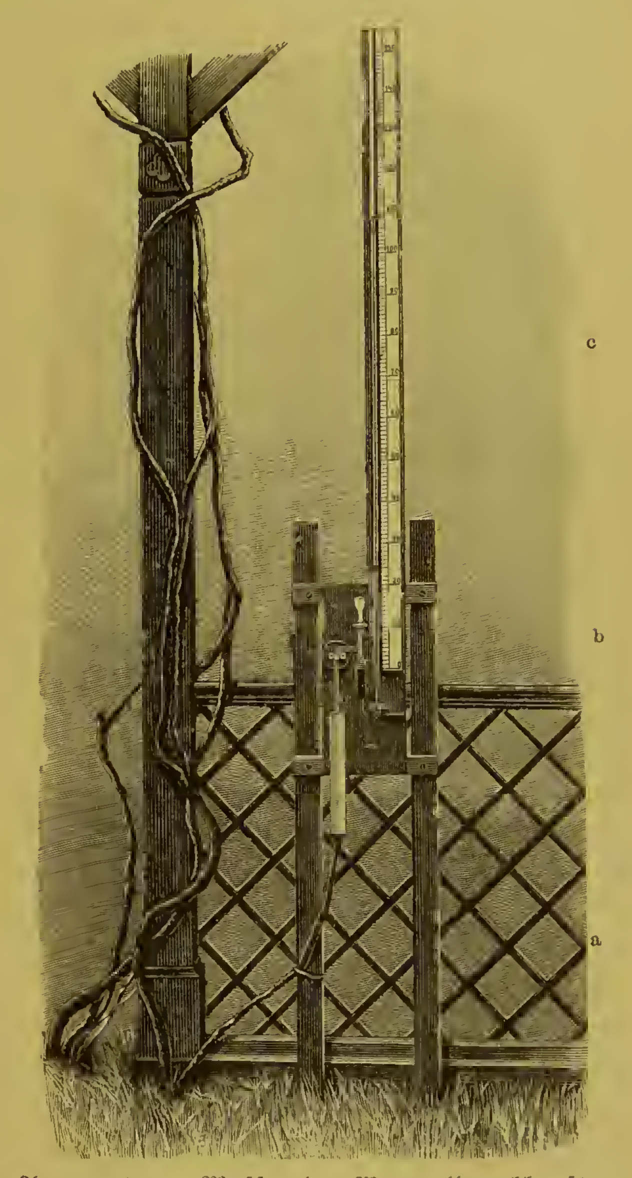
Stephan Hales, ein englischer Landgeistlicher, war der erste, der am Anfang des vorigen Jahrhunderts die Kraft genau zu bestimmen suchte, mit der das Wasser im Stamm des Weinstockes emporgetrieben wird. Er befestigte luftdicht an das abgeschnittene Ende eines Rebstockes eine lange, aufrechte Glasröhre: der aus der Wunde strömende Saft stieg in der Röhre bis zu 21 Fuß, an einem Tage über zehn Fuß; als Hales die nach Art eines Manometers gebogene Röhre mit Quecksilber füllte, zeigte sich, daß der Saft mit solcher Kraft emporgetrieben wurde, daß er einer Quecksilbersäule von 38 Zoll das Gleichgewicht halten konnte, als ob er durch eine Maschine von mehr als 1¼ Atmosphärenkraft emporgedrückt würde. Vergleichende Untersuchungen ergaben ihm, daß die Kraft, mit der das Wasser im Weinstock steigt, fünfmal größer sei als diejenige, mit der das Blut in der Schenkelarterie eines Pferdes strömt, und siebenmal größer als diejenige, mit der dasselbe durch die Pulsaderstämme eines Hundes getrieben wird.[5]) Neuere Versuche an amerikanischen Reben (Vitis cordifolia) haben ergeben, daß die Kraft, mit welcher ihre Wurzeln das Wasser aus durchgeschnittenen Stengeln auspressen, noch bei weitem größer ist, da sie einer Quecksilbersäule von 180 Centimeter Länge im Manometer das Gleichgewicht halten kann, also den Druck von mehr als 2⅓ Atmosphären übersteigt.

Wo ist aber im Weinstock das Herz, welches den Saft mit solcher Kraft fortbewegt, wo sind die Gefäße, in denen derselbe emporsteigt? Die Gefäße des Weinstocks können wir allerdings schon mit bloßen Augen unterscheiden; das Holz der Rebe ist von zahllosen Poren durchbrochen, weit genug, daß man wohl ein feines Haar in ihre Höhlung einführen kann. Das Mikroskop läßt erkennen, daß diese Holzporen außerordentlich lange Haarröhrchen sind; sie werden als Holzgefäße bezeichnet; man kann annehmen,

daß die kapillaren Holzgefäße ohne Unterbrechung von den Wurzelspitzen bis in die obersten Aeste hineinreichen. Im Sommer enthalten diese Gefäße Luft; wenn man einen abgeschnittenen Rebenzweig mit dem einen Ende in Seifenwasser stellt und durch das andere Ende mit dem Munde kräftig Luft einbläst, so kann man Seifenblasen machen; man sieht die Luft durch die Oeffnungen der durchschnittenen Holzgefäße austreten.[6])

Wenn die Rebe blutet, so sind es ebenfalls die Holzgefäße, aus denen der Saft ausgepreßt wird; aber vergeblich forschen wir nach einem pulsirenden Herzen oder einem anderen Organ, dem wir jene gewaltigen Druckkräfte zuschreiben könnten.

Der Schlüssel des Räthsels liegt vielmehr



Apparat zum Messen der Wurzeldruckkraft. Auf eine 80 cm über dem Boden durchgeschnittenen amerikanische Weinrebe (Vitis cordifolia) (a) ist ein Sförmig gebogenes Glasrohr als Manometer (b) aufgesetzt; die Höhe der Quecksilbersäule, welcher der ausgepreßte Blutungssaft das Gleichgewicht hält, wird an einem Maßstabe (c) abgelesen.
Nach einer Photographie aus dem Breslauer botanischen Garten von R. Krull.

in einem einfachen Experimente, welches vor etwa sechzig Jahren ein französischer Physiologe, Dutrochet, angestellt hat. Dieser füllte eine Rindsblase mit Gummilösung, Zucker- oder Salzwasser, befestigte sodann wasserdicht in der oberen Oeffnung der Blase ein langes Glasrohr und hing dasselbe aufrecht an einem Gestell derartig auf, daß die Blase selbst in ein Gefäß mit reinem Wasser eintauchte. Obwohl nun die Blase nirgends eine sichtbare Oeffnung besaß, so trat gleichwohl Wasser von außen mit Heftigkeit in die Blase durch die unsichtbaren Poren ihrer Haut ein und vermischte sich mit ihrem schleimigen, süßen oder salzigen Inhalte; daher vermehrte sich beständig die Flüssigkeit innerhalb der Blase, spannte dieselbe strotzend straff und stieg schließlich im Glasrohr in die Höhe. Umgekehrt trat aber auch beständig etwas Salz oder Zucker aus der Blase aus, um sich mit dem Wasser außerhalb zu vermischen, jedoch bei weitem weniger, als von letzterem in die Blase eindrang. Man bezeichnet diese Vorgänge als Diffusion, das Eindringen des Wassers in die Blase als Endosmose, das Austreten des Salzes oder Zuckers aus der Blase als Exosmose, die durch die Endosmose bewirkte Spannung der Blase als Turgor.[7])

Die Rinde der Rebenwurzeln besteht aus Zellen, die mit Eiweiß, Zucker, Gummi und sauren Salzen erfüllt sind und daher den Rindsblasen in dem Versuch von Dutrochet verglichen werden können. Wir begreifen, daß diese Zellen mit großer Heftigkeit das Wasser einsaugen, welches die feinen Zwischenräume im Erdboden erfüllt; durch die unsichtbaren Poren der Zellwände dringt dieses Wasser ins Innere der Wurzelzellen ein; dadurch werden dieselben strotzend von Turgor gespannt und pressen das überflüssige Wasser unter hohem Druck in die langen feinen Haarröhrchen der Holzgefäße hinein, in denen es, wie im Glasrohr der Rindsblase emporsteigen und beim Durchschneiden derselben ausgepreßt werden muß.[8])

Wir bezeichnen diejenige Kraft der Wurzel, vermöge deren sie das aus dem Boden eingesaugte Wasser in den Stamm preßt, schlecht-

hin als Wurzeldruck- oder Blutungskraft; sie wirkt am mächtigsten im Frühjahr, wenn die Wurzelzellen, mit endosmotisch wirksamen Stoffen reich erfüllt, die kräftigste Wassereinsaugung veranlassen.

Die wilden Reben der heißen Länder bluten das ganze Jahr, sie liefern so viel Wasser, daß tropische Arten den Namen der Wasserlianen erhalten haben. Unser edler Weinstock dagegen blutet am stärksten vom März bis April; je weiter der Frühling fortschreitet, desto mehr nimmt das Thränen ab, und Ende April fließt kein Saft mehr aus der Schnittwunde; vielmehr wird aufgegossenes Wasser jetzt eingesaugt.

Nicht als ob die Wurzeln dann weniger thätig ihre Arbeit fortsetzten, aber es ist jetzt die Zeit gekommen, wo die aus dem Boden aufgenommene Flüssigkeit in neuen Organen verarbeitet wird. Denn diese ist ja nicht reines Wasser, sondern sie enthält zugleich die mineralischen Nährstoffe der Rebe, die in allem Bodenwasser sich gelöst finden; im Innern des Weinstocks nimmt sie noch neue Stoffe auf, die im Gewebe der Stengel aufgespeichert waren.

Wenn wir eine Rebe der Länge nach spalten, so finden wir die Mitte von einem halbdurchsichtigen, grünlichen, saftigen Gewebe, dem Mark, eingenommen; dieses ist rings von dem festen Holzcylinder eingeschlossen, der selbst wieder von dem Bastcylinder und sodann von der grünen Rinde umgeben ist; von letzterer läßt sich eine äußerste Schicht, die Borke, leicht abziehen. Durchschneiden wir die Rebe quer mit einem scharfen Messer, so gewinnen wir das zierliche Bild mehrerer konzentrischer Ringe wie auf einer Zielscheibe. Das mittelste Oval, das von einer aus 25 bis 100 kleinen Bogen gebildeten Wellenlinie, der Markkrone, rings umgrenzt ist, wird von Markgewebe erfüllt; von ihm laufen die Markstrahlen wie die Speichen eines Rades strahlig nach außen zur Rinde und theilen Holz und Bast in ebenso viele schmale Felder, als Bogen in der Markkrone vorhanden sind; durch eine ähnliche breite Wellenlinie wird auch nach außen die Bastschicht gegen die grüne Rinde abgegrenzt.

Weit mannigfaltiger und interessanter noch ist das Bild, wenn wir eine sehr dünne Querscheibe der Rebe, einen sogenannten Querschnitt, unter dem Mikroskop betrachten. Nun erscheint das Mark als ein ovales, überaus regelmäßiges Gewebe von sechseckigen Zellen, ähnlich einer Bienenwabe, zwischen denen größere blasenförmige Schläuche eingestreut sind; diese sind mit Gummi gefüllt, während



Querschnitt einer amerikanischen Weinrebe (Vitis cordifolia). Vergr. 25 mal.
Nach einer Photographie von R. Krull.

die übrigen Zellen des Marks mit kleinen Stärkekörnchen vollgestopft sind, besonders dicht gegen den Wellenrand der Markkrone hin. Der Holzkörper ist durch breite Markstrahlen in eine große Zahl langer schmaler Streifen strahlenartig eingetheilt; diese Streifen sind von dickwandigen Holzfasern gebildet, deren enges, regelmäßig angeordnetes Zellennetz von großen ovalen Öffnungen unterbrochen wird, in jedem Streifen sechs und mehr hinter einander, nach außen an Weite zunehmend; es sind dies die Holzgefäße, jene außerordentlich langen Haarröhrchen, deren Wandverdickung durch

ein System schmaler Spalten, gleich den Sprossen einer Leiter, in außerordentlich zierlicher Weise durchbrochen ist.

Auch der Bastring wird durch die Markstrahlen, die sich bis zur Rinde fortsetzen, in ebensoviel Streifen getheilt, wie der Holzkörper; wir können in ihnen Weichbast und Hartbast in mehrfach abwechselnder Schichtung unterscheiden; jener besteht aus weiten Siebröhren; dieser aus Bündeln langer, stark verdickter Bastfasern. An der Außenseite wird der Bast von einem mehrschichtigen Korkmantel eingehüllt, in Form eines geschlossenen, aus kleinen Bogen derart gebildeten Ringes, daß jeder Baststreifen von einem Bogen nach außen begrenzt ist. Dieser Korkmantel ist es, der die gesammte äußere Rinde gegen Ende des Jahres als sogenannte Ringelborke abwirft; sie besteht abwechselnd aus halbkreisförmigen Bastbündeln und aus dazwischen liegenden Streifen grünen Zellgewebes. Das Abblättern der Rinde wiederholt sich alljährlich, nachdem der gesammte Bast durch einen neuen Korkmantel vom Holzkörper abgeschnitten worden ist. Dagegen setzt der Stengel alljährlich einen neuen Holzring an und kann mit dem Alter zu einem starken Stamm anwachsen, so daß Plinius den Weinstock zu den Bäumen rechnete.[9])

Im Spätsommer sind die Zellgewebe des Markes, die Markstrahlen und selbst ein Theil der durch Querwände gefächerten Faserzellen des Holzes mit kleinen Stärkekörnern dicht erfüllt; setzen wir in dieser Jahreszeit zu einem Rebenquerschnitt einen Tropfen Jodlösung, welche die Eigenthümlichkeit besitzt, Stärke blau zu färben, so erkennen wir schon mit bloßen Augen, daß die ganze Schnittfläche blauschwarz wird und nur die Poren der Holzgefäße farblos bleiben. Die Zellgewebe des Rebenstengels sind daher die Vorrathskammern des Weinstocks, in denen derselbe bis zum Herbst Stärkevorrath aufspeichert. Mit dem Beginn der neuen Periode im Frühling wird das angesammelte Kapital wieder flüssig gemacht; die Stärke wandelt sich in Zucker um und löst sich nebst einigen anderen Zellbestandtheilen in dem Wasser auf, das die Wurzeln aus

dem Boden eingesaugt und in den Stengel gepreßt haben, so daß das Wasser sich allmählich in einen allerdings sehr verdünnten Nährsaft umwandelt.

Inzwischen sind unter der Einwirkung der immer höher steigenden Wärme die Augen des Weinstocks, die bis jetzt geschlafen hatten, erwacht; die Laubknospen brechen. Die während des Winters in den Knospenschuppen verwahrten Blättchen breiten sich aus einander, färben sich erst röthlich, dann grün und wachsen rasch und kräftig aus; in wenig Tagen sind aus allen den Knospen, welche an den Knoten des Weinstocks, überall da, wo das Jahr vorher ein Blatt gesessen, geschlummert hatten, frische Laubzweige, die L o t t e n, hervorgesproßt. Der Stengeltheil dieser Laubsprosse ist zickzackartig hin und her gebogen, der Länge nach außen fein und dicht gerieft und in weiten Abständen knotig verdickt. An jedem Stengelknoten ist seitlich ein Blatt angewachsen; der starke kantige Blattstiel ist am Grunde in ein keulenförmiges Gelenk angeschwollen und hier von zwei länglichen, zeitig abfallenden Schuppen, den Nebenblättchen, eingefaßt. In der Jugend sind die Blätter zierlich ausgeschnitten und mit schneeweißem Wollfilz bekleidet; dieser verliert sich bald, zuerst auf der glänzenden Oberfläche, dann meist auch auf der Unterseite. Das ausgewachsene Blatt ist von großer Schönheit, sein Gesammtumriß breit herzförmig, durch zwei tiefere und und zwei flachere Einschnitte in fünf Lappen gespalten, die am Rande sägeförmig in Zähne von ungleicher Länge ausgezackt sind. Die Leitbündel des Blattes bilden ein System von Rippen, die auf der Unterseite vorspringen und aus einem Punkte von der Spitze des Blattstiels nach dem Blattrande ausstrahlen; es sind ihrer fünf, von denen die mittelste die längste, die übrigen symmetrisch verkürzt sind; von der Mittelrippe gehen zu beiden, von den vier übrigen nur auf der äußeren Seite unter spitzen Winkeln Zweige aus, die durch Querrippen brückenartig verbunden und von einem wunderbar feinen, spitzenähnlichen Adernetze durchflochten sind.

Für das Austreiben der Laubsprosse sind der Zucker und die anderen im Frühlingssaft gelösten Stoffe verbraucht worden. Kaum sind die Blätter entfaltet, so beginnen sie unter der Erregung des Sonnenlichtes ihre Arbeit; sie ziehen den Saft an sich, den Wurzeln und Stamm ihnen zuleiten, so daß er nun nicht mehr nutzlos verblutet; ihr erstes Geschäft ist, denselben zu konzentriren. In den breiten Blattflächen verdunstet das überflüssige Wasser und nur die wesentlichen Bestandtheile des Saftes bleiben zurück. Dabei ist die Einsaugung des Wassers durch die Wurzeln, der Auftrieb desselben in Stengel, Aeste und Zweige und die Verdampfung in den Blättern so regulirt, daß, wie in einer gut eingerichteten Lampe, genau ebenso viel Flüssigkeit von unten nachströmt, als oben verbraucht wird; daher ist die Menge des Wassers, die täglich in den Blättern verdampft, genau ebenso groß wie diejenige, welche die Wurzeln auffaugen. Hales fand, daß eine im Topf gezogene Weinrebe, deren gesammte Blattfläche $1^1/_6$ Quadratmeter betrug, im August während der zwölf Tagesstunden durchschnittlich 164,4 Gramm, also in etwas mehr als sechs Tagen ein Kilo Wasser verdunstete; das Maximum betrug in zwölf Stunden 194,4 Gramm; er berechnete, daß ein Weinblatt achtmal so viel Wasser verdunstet, als der menschliche Körper auf gleicher Oberfläche in derselben Zeit transpirirt.[10]) Man kann annehmen, daß in den Blättern eines kräftigen Weinstocks während des Sommers mindestens hundert Kilo Wasser verdampft werden. Darum eben müssen auch seine Wurzeln bis in große Tiefen eindringen, damit sie in den heißen regenlosen Sommermonaten, während deren die oberen Schichten des Bodens oft völlig ausgedörrt sind, den Wasserbedarf der Blätter aus dem unterirdischen Strome des Grundwassers befriedigen können; in feuchten Nächten, wo die Transpiration herabgemindert ist, wird dagegen durch die Kraft des Wurzeldrucks Wasser in feinen Tröpfchen aus den Zähnen der Rebenblätter ausgepreßt.

Aber die Blätter sind nicht bloß Verdampfungsapparate, sie

sind, wie wir wissen, auch lebendige Laboratorien, in denen der Wein vorbereitet wird; in ihre grünen Zellen treten die Sonnenstrahlen ein und verrichten in denselben jene wunderbaren Arbeitsleistungen, die wir in einem früheren Abschnitt ausführlicher geschildert haben.[11]) Wasser, Kali, Kalk, Magnesia, Ammoniak, Schwefel-, Phosphor- und Salpetersäure werden von den Wurzeln, Kohlensäure von den Blättern aufgenommen; im Sonnenlicht werden diese Rohmaterialien von den grünen Zellen des Weinlaubes verarbeitet, Stärkemehl, Eiweiß und andere Bau- und Lebensstoffe für den Zellenstaat des Weinstocks erzeugt. Auch bei den Blättern können wir mit Hilfe der Jodlösung leicht nachweisen, daß ihre Zellen mit Stärkekörnern vollgestopft sind, die in den Kügelchen des Blattgrüns aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser des Erdbodens gebildet worden sind.

III.

Endlich hat sich die Rebe durch die vereinte Thätigkeit von Wurzeln, Stengeln und Blättern so große Vorräthe von Lebens- und Bildungsstoffen aufgesammelt, daß sie befähigt ist, in eine neue höhere Stufe ihres Daseins zu treten. Die Blüthen des Weinstocks kommen zur Entwickelung. Ehe wir jedoch diese Vorgänge ins Auge fassen, müssen wir noch einen Blick auf eigenthümliche Gebilde werfen, welche an den jungen Rebenstengeln neben den Blättern zum Vorschein gekommen und diesen im raschen Wachsthum vorausgeeilt sind.

Die Blätter des Weinstocks stehen abwechselnd in zwei Zeilen auf den angeschwollenen Stengelknoten; wenn das erste Blatt auf der rechten Seite des Stengels entspringt, befindet sich das zunächst über ihm stehende auf der linken, das dritte wieder auf der rechten Seite und so fort. Am Grunde jedes Blattes sitzt eine Knospe, aus welcher später ein kurzer Laubsproß, die Geize, sich entwickelt, die aber bald abstirbt und abfällt; dem Blatt gegenüber

auf der entgegengesetzten Seite des Stengels befindet sich eine Ranke. Sie ist ein stiel- oder fadenförmiges Gebilde; in der Mitte trägt sie ein kleines Schüppchen, aus dessen Grund unter spitzem Winkel ein ganz gleicher Fadenast hervorsproßt, so daß sich die Ranke scheinbar gabelt; einer von beiden, wohl auch beide Gabeläste entwickeln oft noch einmal Zweige aus dem Grunde kleiner Schüppchen; dann ist die Ranke doppelt gegabelt. Sämmtliche Gabeläste endigen in gekrümmte Haken; während sie rasch und bedeutend in die Länge wachsen, drehen sie sich gleichzeitig langsam, aber stetig im Kreis, gleich den Zeigern einer Uhr; so rotiren sie in immer weiter um sich greifenden Bogen, bis ein Haken oder auch eine tiefere Stelle der Ranke einen fremden Körper berührt, an den sie sich anlegen können. Ist dies geschehen, so schlingt der Endtheil des Rankenzweigs in immer enger gezogenen Windungen sich um die Stütze herum, möge diese nun ein Draht, eine Latte, ein Baumzweig oder auch der Stiel und die Spreite des eigenen Blattes sein. Auch der frei in der Luft hängende Theil der Ranke rollt sich nun in engen Windungen zur Spirale ein, gleich einem Korkzieher, und zieht dadurch den Rebensproß fest an die Stütze an. Alle Blätter drehen sich in ihren Gelenken so, daß ihre Stiele sich abwechselnd rechts und links schief aufwärts richten, ihre Blattflächen mit der Spitze abwärts geneigt und ihre Oberseiten dem Himmel zugewendet sind; die Ranken dagegen wenden sich durch Krümmung ihrer Gelenke vom Licht ab, der Mauerfläche oder Stütze entgegen. Hängt ein Rebensproß wagerecht frei in der Luft, so sind alle Blätter aufwärts zum Licht, alle Ranken abwärts zur Erde gerichtet. Goethe, der dem Aufbau des Weinstocks besondere Aufmerksamkeit zugewendet und darüber auch eine kleine Abhandlung geschrieben hat,[12]) machte zuerst darauf aufmerksam, daß immer zwei auf einander folgenden Blättern Ranken gegenüberstehen, das dritte dagegen in der Regel keine Ranke zur Seite hat; ebenso fehlt die Ranke den untersten Blättern jeder Lotte.

Die Ranken sind für den Haushalt des Weinstocks von der größten Wichtigkeit. Die langen, schwachen Lotten sind nicht im Stande, sich aufrecht über den Boden zu erheben, noch weniger die schwere Last ihrer Trauben zu tragen; sie bedienen sich ihrer Ranken, um mit ihrer Hilfe, wie mit Händen, sich an ihren Stützen festzuhalten und so in die Wipfel hoher Bäume hinaufzuklettern.

Wäre der Weinstock mit Selbstbewußtsein und Intelligenz begabt, er könnte keine zweckmäßigeren Einrichtungen treffen, um seinen Blättern, Blüthen und Früchten den Genuß von Luft und Licht zu verschaffen. Charles Darwin, dem wir eine Reihe der feinsten Beobachtungen und Experimente über kletternde Pflanzen verdanken,[13]) ermittelte, daß nicht bloß die Ranken, sondern auch der ganze Gipfel wachsender Stengel sich langsam im Kreise herumdreht; jene brauchen durchschnittlich zwei Stunden und vierzehn Minuten, dieser vier Stunden zu einer Umdrehung. Da aber die Ranken während ihres Wachsthums über einen Fuß (30—35 cm) sich verlängern, so muß nothwendig bei diesem Kreisen ein naher Gegenstand von einem Rankenast berührt werden. Nun sind aber die Rankenäste ihrer ganzen Länge nach reizbar, so lange sie wachsen; wird ein Rankenast mit dem Finger gerieben, so krümmt er sich binnen einer halben Stunde; dann streckt er sich langsam wieder gerade. Legt sich aber der kreisende Rankenast an eine Stütze an, so bewirkt die anhaltende Berührung eine fortdauernde, sich steigernde Reizung; die angedrückte Stelle krümmt sich immer weiter, bis sie in ein paar Windungen die Stütze umschlingt und dadurch den Stengel gewissermaßen an diese anbindet. Der Reiz pflanzt sich dann tiefer fort auf den freien Theil der Ranke, der sich ebenfalls schraubenförmig krümmt oder einrollt und dadurch den Stengel höher hinaufzieht. Würde die Ranke, gleich den Blättern, sich zum Licht hinwenden, so könnte sie schwerlich eine Stütze erfassen; da sie aber das Licht flieht, trifft sie leicht einen Gegenstand, an den sie sich anhalten kann. Während des Wachsens ist die Ranke fadendünn, brüchig

und ohne Tragkraft; so wie sie aber sich an die Stütze befestigt hat, verdickt sie sich bis zur Stärke eines Federkiels, ihre Gewebe verholzen, und sie gewinnt bald außerordentliche Zähigkeit, so daß sie die schwersten Trauben tragen kann; selbst nachdem sie im Herbst abgestorben ist, behält sie Jahrzehnte lang ihre drahtartige Festigkeit; Darwin hat berechnet, daß eine vertrocknete Weinranke nach zehn Jahren noch eine Tragkraft von fünf Kilo besitzt. Dagegen sterben alle Rankenäste, die keine Stütze zu erfassen vermochten, nach ein bis zwei Wochen ab, ohne sich zu verdicken und zur Spirale zu krümmen.

Noch wunderbarer sind die Einrichtungen, durch welche der amerikanische wilde Wein (Ampelopsis quinquefolia) sich an die Mauer anheftet, die er mit grünen Laubgewinden bekleidet. Während alle seine Blätter sich zum Lichte wenden, drehen alle Ranken sich vom Lichte ab; berühren ihre kreisenden Aeste einen Stengel oder eine Latte, so wickeln sie sich mit ein paar Windungen um diese, wie bei der edlen Rebe; stoßen aber die ins Dunkel hineinwachsenden Spitzen der Gabeläste an eine Mauer oder an ein Brett, so schwellen sie unter dem Reize der Berührung und bilden sich innerhalb 36 bis 48 Stunden zu flachen rothen Saugnäpfen aus, die sich in die feinsten Unebenheiten und Spalten der Wand fest anpressen, durch ausgeschiedenen Klebstoff anleimen und gewissermaßen mit der Mauer verwachsen; indem der fortgeleitete Reiz auch die korkzieherförmige Zusammenrollung der Rankenäste bewirkt, werden die Stengel der wilden Weinrebe fest an die Wand angezogen. Bei der japanischen Art des wilden Weins, die unter den Namen Ampelopsis Veitchii in Gärten kultivirt wird, tragen die Ranken an den Spitzen ihrer Aeste kleine, grüne Knöpfchen, die sich bei der Berührung mit der Wand ebenfalls in breite Haftscheiben umbilden und mit dieser so fest verwachsen, daß, wenn man versucht, die Stengel von der Mauer abzureißen, die Ranken vom Stengel und nicht von der Mauer abbrechen.

Die Ranken haben aber noch eine zweite Bedeutung, die man ihnen auf den ersten Blick kaum ansieht; sie sind gewissermaßen die ersten mißlungenen Versuche der Rebe zur Blüthenbildung. In der That bemerken wir bei genauerer Betrachtung einzelne Ranken, an deren Gabelästen hier und da ein paar Blüthen sitzen,



Edler Weinstock (Vitis vinifera).
a Ranke, von der der eine Ast sich zur Blüthenrispe umgebildet, der andere sich gegabelt und um Stengel und Stiel geschlungen hat.
Nach Berg und Schmidt.

dann folgen Blüthenrispen, bei denen noch einzelne Zweige rankenförmig ausgebildet sind, und endlich finden wir die vollständigen Blüthenstände genau an derselben Stelle, wo tiefer unten die Ranken sich entwickelt hatten. Wenn Ranken sich in Blüthenrispen umbilden, so ändert sich ihre Natur; sie bleiben kürzer, verzweigen sich aber weit reichlicher; während die Ranken das Licht fliehen und sich gegen die Erde wenden, verhalten die Blüthenrispen sich umgekehrt;

schaut man zur Blüthezeit auf ein Rebenspalier, so sind außen keine Ranken sichtbar, weil sie alle zur Wand gekehrt sind; wohl aber erblicken wir sämmtliche Blüthenrispen aufwärts zum Lichte gewendet; bei solchen Rispen, an denen noch einzelne Gabeläste Rankennatur besitzen, zeigen diese zu Licht und Schwerkraft ein den blühenden Aesten entgegengesetztes Verhalten; auch sind sie reizbar und krümmen sich bei der Berührung, während die Blüthenstengel gegen Berührung keine Reizempfindung äußern. Erst wenn die Beeren anschwellen, wird durch ihr Gewicht auch der Stiel der Traube abwärts gezogen.

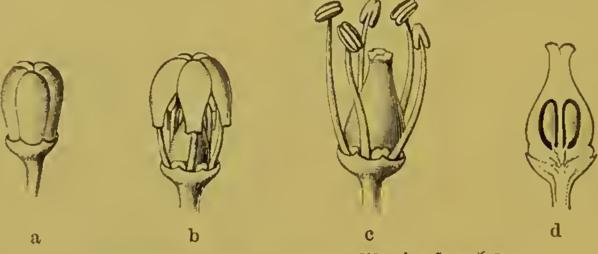
IV.

In den schönen Tagen von Mitte Mai bis Mitte Juni, wenn die Rosen und die Linden blühen, je nach Witterung und Lage früher oder später, öffnet der Weinstock seine Blüthen, die den lieblichsten Duft um sich verbreiten. Sie stehen auf vielfach verzweigten Stielen in jener bekannten Gruppirung, die im gemeinen Leben als Traube bezeichnet wird, während sie der Botaniker eine Rispe nennt.

Zierlich ist der Bau der Weinblüthe, so unscheinbar sie auch auftritt. Von kleinem napfförmigen fünfzähnigen Kelche am Grunde umgeben, erhebt sich im Mittelpunkt der Blüthe ein flaschenförmiges Körperchen, der Stempel; er ist aus einem eiförmigen Fruchtknoten gebildet, der an seinem Grunde von einem orangegelben, fünflappigen Polster umgeben und von einer kleinen, mit klebrigem Schleim bedeckten Narbe gekrönt ist; inwendig ist derselbe durch eine Scheidewand in zwei Kammern getheilt, deren jede zwei kleine Eierchen, die Samenknospen, enthält. Rings um den Stempel stehen fünf gelbgrüne, kahnförmige Blättchen im Kreise geordnet; sie bilden die Blumenkrone; jedes der Blättchen verdeckt einen zarten, von gelbem Kölbchen gekrönten Staubfaden. Die Blättchen der Blumenkrone hängen mit den Spitzen fest an einander, so daß sie sich nicht trennen; wenn endlich

in warmer Sommerluft die Staubfäden elastisch von einander schnellen, so heben sie die Blumenkrone als zusammenhängende Kappe empor und werfen sie ab; alsdann breiten sie sich wie ein fünfstrahliger Stern um den schwellenden Fruchtknoten. Daher bedeutet sonderbarer Weise das Abfallen der Blumenblätter beim Weinstock den Anfang des Aufblühens, während es bei den anderen Gewächsen das Verblühen bezeichnet.

Wie aber geschieht die Befruchtung dieser Blüthen? Ist es der Wind, der den Blüthenstaub von den aufgesprungenen Staubkölbchen wegweht und ihn auf die Narben niederfallen läßt? Oder



Blüthe des edlen Weinstocks.
a Knospe. b Die Blumenblätter lösen sich beim Aufblühen am Grunde ab. c Blumenblätter abgeworfen. d Längsschnitt durch den Fruchtknoten, der die zwei Fächer mit Samenknospen zeigt.
Nach Berg und Schmidt.

sind es Insekten, welche die Blüthen besuchen, um Honig oder Blüthenstaub zu sammeln und dabei den letzteren auf die Narben abstreifen? Ist, um den Schulausdruck zu gebrauchen, die Rebe insektenblüthig, oder ist sie windblüthig? Bisher nahm man gewöhnlich das letztere an; denn grünliche, wenig auffallende Blüthen, wie sie der Weinstock trägt, besitzen in der Regel nicht die Kunst, Insekten anzulocken, und sind daher für ihre Befruchtung auf die Hilfe des Windes angewiesen. Aber genaue Beobachter, wie Delpino, Rathay und O. Kirchner, haben in neuster Zeit mit Recht eingewendet, daß die Reben viel zu wenig Blüthenstaub erzeugen und viel zu kleine Narben besitzen, um der Windbestäubung Erfolg zu sichern, daß ferner die Blüthen, wenn auch nicht durch die Farbe, so doch

durch ihren herrlichen Duft sehr wohl Insekten aus der Ferne anziehen können; in der That sind schon 44 verschiedene Arten von Insektenbesuchern an den Rebenblüthen bemerkt worden, darunter auch Honigbienen. Vermuthlich ist dies in noch höherem Grade im Süden der Fall, wo die fünf orangefarbenen Läppchen am Grunde der Fruchtknoten wirkliche Drüsen sind, die Honig abscheiden und daher ihren Gästen einen solideren Genuß anbieten können, als den bloßen ätherischen Duft. Denn bei uns im kühlen Norden sind diese Drüsen zumeist trocken, und es ist anzunehmen, daß in unseren Weinbergen die Reben in der Regel sich selbst befruchten, wie dies in den Gewächshäusern ohne Zweifel immer der Fall ist, wo die Fenster zur Blüthezeit geschlossen bleiben, um Wind und Insekten fernzuhalten.[14])

V.

Wie bei allen Pflanzen, so auch beim Weinstock bekommt das ganze Leben nach der Befruchtung eine andere Richtung; die durch die Sonnenstrahlen in den grünen Zellen der Blätter bereiteten Bildungsstoffe strömen jetzt nach den Blüthen und erlangen in den Fruchtknoten ihre letzte Verarbeitung. Diese wachsen von Tag zu Tag und runden sich kugelförmig zur Beere; ihre Zellen verwandeln sich in große, saftstrotzende Bläschen, sie sind reich an Stoffen von kräftigster endosmotischer Saugkraft; sie wirken wie Saugpumpen, die mit größter Energie das Wasser aus dem Erdboden und die Bildungsstoffe aus Blättern und Stengeln in die Beeren hineinpumpen; daher nimmt ihre Größe und ihr Gewicht von Tag zu Tag sichtbar und wägbar zu. Die äußerste Schicht der Beere bildet eine fest zusammenhängende Haut, den Balg oder die Schale; ihre Zellen füllen sich mit schwarzpurpurnem Safte bei den blauen, oder bleiben farblos und durchsichtig bei den grünen Trauben; ihre Zellwände werden mit wasserdichtem Korkstoff (Cutin) durchtränkt; über ihnen breitet sich zum Schutz gegen den

Regen eine Wachsschicht aus, die dem bloßen Auge als bläulicher Reif erscheint. Zugleich vergrößern sich auch im Innern der Beere die Samenknospen und stellen bei vollendeter Entwickelung die birnförmigen, öl- und eiweißreichen Kerne oder Samen dar; doch werden selten alle vier Samenknospen, meist nur zwei oder eine, wirklich zu Samen ausgebildet; bei gewissen, im Orient verbreiteten Spielarten schlagen sie sämmtlich fehl.



Endlich sind die Beeren ausgewachsen; der Wasserzufluß nimmt ab und hört zuletzt ganz auf; nunmehr tritt in ihren Zellsäften eine Reihe von chemischen Veränderungen ein, die sich durch mehrere Wochen hindurchziehen; wir fassen sie als das Reifen der Trauben zusammen.

Der Saft, der in den Beeren aufgespeichert wird, ist zu drei Viertheilen seines Gewichts Wasser; durch die wasserdichte Korkschale der Beere ist dieses Wasser gegen die Verdunstung, selbst unter der heißesten Herbstsonne, wirksam geschützt worden; in ihm sind aber noch eine ganze Reihe andrer Stoffe aufgelöst, welche die Zellen der Beeren aus den Geweben des Stengels und der Blätter an sich gerissen und umgearbeitet haben, und die insgesammt etwa den vierten Theil von dem Gewicht des Traubensaftes ausmachen. Anfänglich enthält der Saft neben Mineralsalzen, unter denen Krystalle von oxalsaurem Kalk und phosphorsaures Kali vorherrschen, nur Pflanzensäuren verschiedener Art; in Folge dessen ist auch die unreife Frucht von herbem und saurem Geschmack; aber in

den letzten Tagen des Septembers und im Oktober beginnen unter der Mitwirkung der Sonnenwärme jene chemischen Processe, in Folge deren der größte Theil dieser Säuren verschwindet. Während des Sommers hatten die Blätter im Sonnenlichte große Mengen von Stärkemehl bereitet; im Herbst wandert dieses in die Beeren, nachdem es vorher in Zucker umgebildet wurde. Je länger und mit je heißerer Energie die Sonne in den grünen Blattzellen des Weinlaubs gearbeitet hatte, je wärmer der Herbst, je südlicher das Klima, desto mehr füllen sich die Beeren mit Zucker, und desto weniger herrschen die Säuren vor. In einem schlechten Jahrgang beträgt der Zuckergehalt des Traubensaftes nur das Zehnfache der Säure, in einem guten dagegen das Dreißigfache. In den reifen Trauben sind süße und säuerliche, erfrischende und wohlschmeckende, ernährende, aromatische und heilkräftige Stoffe so glücklich gemischt, wie in keiner anderen Frucht; sie sind ohne Zweifel das edelste Erzeugniß des Pflanzenreiches, eine Erquickung für die Gesunden und ein Heilmittel für die Kranken; ja für den größten Theil der Menschheit, für die Chinesen und die Bekenner des Islams sind die Trauben oder die aus ihnen durch Trocknen entstandenen Rosinen der einzige Zweck, um dessentwillen sie überhaupt die Rebe anbauen, da diese Völker den Wein selbst verschmähen.

Allerdings ist es nicht um des Menschen willen, daß der Weinstock seine Beeren mit süßem Saft erfüllt; die Sorge für seine Nachkommenschaft hat ihn, wie die anderen beerentragenden Pflanzen gelehrt, seine Früchte mit Glanz, Duft, Farbe und Wohlgeschmack auszustatten und dadurch die Vögel des Waldes anzulocken, denen er das wohlschmeckende Fleisch preisgiebt, damit die unverdaulichen und knochenfesten Samen von ihnen über den Boden ausgestreut werden, in dem die neue Generation wurzeln und heranwachsen soll. Während die Blüthen durch Farbe und Duft Schmetterlinge und Bienen heranlocken und sie für ihren Befruchtung vermittelnden Besuch mit Honig und Blüthenstaub ablohnen, bedienen die saftigen Früchte

sich der nämlichen Lockmittel, um ihre Samen aus der Fruchthülle zu befreien, und bieten dafür den hilfreichen Vögeln eine erwünschte Speise zur Belohnung.

Wenn der Weinstock seine Trauben gereift hat, so ist seine Aufgabe für dieses Jahr erfüllt; er hat sich erschöpft und überläßt sich der Ruhe, als müßte er Kräfte für das kommende Frühjahr sammeln. Abweichend von den meisten anderen Holzgewächsen, welche sich damit begnügen, die in den Winterknospen eingeschlossenen Blattanlagen im Frühling zu entfalten, erzeugt die Rebe im Laufe des Sommers ununterbrochen neues Laub, so daß jede Lotte an vierzig Blätter hervorbringen kann, und der Winzer durch kunstgemäßen Schnitt die überquellende „Werdelust" in Schranken halten muß. Endlich kommt der rastlose Bildungstrieb zum Stillstand; in den Blättern erlischt allmählich das Leben; absterbend verfärben sie sich, bald in goldgelber, bald in purpurrother Pracht, je nachdem der Weinstock grüne oder blaue Trauben trägt; endlich welken sie und fallen ab. Die Wurzeln hören auf einzusaugen, und Anfang November versinkt der ganze Stock in Schlummer, allerdings nicht eher, als bis er in den Geweben des Stengels Stärkevorrath aufgespeichert und in dem untersten Blattwinkel jeder Geize eine Knospe angelegt hat, aus der im nächsten Jahre sich wieder eine vielblätterige Lotte entwickelt. Es ist nicht, wie man gewöhnlich glaubt, die Kälte des Winters, welche die Vegetation des Weinstocks unterbricht, sondern es ist offenbar das Bedürfniß nach Ruhe und die Nothwendigkeit, neue Vorräthe aufzuspeichern; denn auch im warmen Klima von Südeuropa, selbst in Madeira, schüttelt der Weinstock nach der Fruchtreife, Ende Oktober, seine Blätter von sich und versinkt in Winterschlaf bei derselben Temperatur, welche ihn unter unserem Himmel daraus erwecken würde; er verharrt inmitten eines ununterbrochenen Frühlings und einer immergrünen Vegetation gegen 160 Tage im tiefsten Schlummer; erst im März erwacht er wieder und beginnt sich aufs Neue zu belauben.

Können wir uns nun, nachdem wir im Weinstock so reiche Lebensentfaltung beobachtet, darüber wundern, wenn das Alterthum denselben wie ein empfindendes Wesen betrachtete, und die römischen Landwirthe im vollsten Ernste den Rath gaben, trotz der musterhaften Ehe zwischen Ulme und Rebe doch die letztere einmal im Jahre für ein paar Tage von ihren Banden loszumachen, damit sie in Gemächlichkeit sich auf dem Lager der Erde ausruhen könne, nach welchem sie das ganze Jahr verlangend schaue, und damit auch der Baum, seiner theuren Last entledigt, die Arme behaglich von sich strecken und frischen Athem schöpfen könne?

VI.

Wir haben bisher den Saft der Rebe verfolgt, von seiner rohesten Form in den Wurzeln, wo er nichts ist, als ein fast geschmackloses Wasser, bis zu seinem konzentrirtesten Zustand in den Beeren, in welchen die Chemie eine große Anzahl Stoffe unterschieden hat: Kali, Kalk- und Bittererde, verbunden mit Wein-, Trauben-, Aepfel-, Schwefel- und Phosphorsäure, sowie Frucht- und Traubenzucker, Eiweiß, Schleim, Oel und noch mehrere andere Stoffe, die den eigenthümlichen Geruch und Geschmack der verschiedenen Traubensorten bedingen. Dieses ist aber auch der höchste Grad der Vollendung, zu dem der Weinstock selbst seinen Saft zu bringen versteht. Damit aus dem Traubensaft Wein werde, muß derselbe noch mit einer zweiten Pflanze in Berührung kommen. Und zwar ist es seltsamer Weise ein mikroskopischer Pilz, dem wir eigentlich den Wein verdanken. Wenn der ausgepreßte Traubensaft einige Stunden der Luft ausgesetzt ist, so entwickeln sich in ihm zahllose Bläschen oder Zellen, so klein, daß ihrer 25 Millionen ganz bequem in einem Tropfen Platz haben; man bezeichnet sie als Weinhefepilze. Ihre Keime ruhen im Erdboden der Weinberge, werden mit dem Staube in der Luft verbreitet, fallen mit diesem massenhaft auf die Stiele und Schalen der Beeren und gelangen

so beim Auspressen in den Traubensaft; in der süßen Flüssigkeit, die ihnen zur Nahrung dient, vermehren sie sich rasch ins Ungeheure, indem sie nach allen Richtungen aussprossen und ihre Brut in perlschnurförmigen Ketten an einander reihen. Durch die im Traubensaft schwimmenden Hefepilze erscheint die anfangs klare Flüssigkeit trübe und schillernd, sie heißt nun „Federweißer“; an ihrer Oberfläche sammelt sich eine weiße, schaumige Masse, die aus unzähligen Hefepilzen besteht.

Der Weinhefepilz gehört zu einem artenreichen Geschlechte, Sacharomyces, zu dem auch die Pilze der Bier- und Obstweinhefe zählen; jene unterscheiden sich durch die kugelige, diese durch die citronenförmig zugespitzte Gestalt ihrer Zellen, während die der Weinhefe meist elliptisch sind.[15]) Alle Hefepilze besitzen die wunderbare Kraft, Zuckerlösungen in Alkoholgährung zu versetzen. Unter dem Einfluß der Weinhefepilze kommt der Traubensaft nach wenigen Stunden in Aufruhr, der von Tag zu Tag sich steigert. Alle seine Theilchen gerathen in lebhafte Bewegung; es entstehen Zersetzungen und Umbildungen, zahllose Gasbläschen entweichen; die Flüssigkeit steigt, wallt, siedet und schäumt, und wenn nach etwa vierzehn Tagen bis vier Wochen die stürmische Hauptgährung vorüber ist, so ist ihre Natur eine andere geworden; der süße, kraftlose Traubensaft hat sich in feurigen, geistreichen Most umgewandelt, der sich allmählich in der monatelang fortdauernden stillen Gährung zu edlem Wein ausbildet. Die Hefepilze haben nun ihre Hauptarbeit geleistet; sie lagern sich am Boden ab und werden später beim Abfüllen des Jungweins in Flaschen oder Fässer entfernt.[16])



Hefepilze.
1 Bierhefe. 2 Weinhefe. 3 Obstweinhefe.

Der Zucker des Traubensaftes ist es, von dem der Hefepilz sich ernährt; gleichzeitig aber versetzt er die Atome der Zuckertheilchen in eine so gewaltsame innere Bewegung, daß dieselben zerfallen, sich von einander trennen und zu neuen Verbindungen an einander lagern. Jedes Zuckermolekel wird in zwei Theile gespalten und zwar so, daß der eine Theil eine Flüssigkeit darstellt, nämlich Alkohol, der andere eine Luftart, nämlich Kohlensäure. In ähnlicher Weise, wie beim Glühen des Marmors die Theilchen durch die Hitze gespalten werden in Kohlensäure, welche entweicht, und in Kalk, welcher zurückbleibt, so zerfällt durch den Einfluß der Hefepilze der Zucker des Traubensaftes in Kohlensäure, die in Gasblasen aufsteigt und das Aufschäumen verursacht, und in den Alkohol, der in der Flüssigkeit gelöst bleibt und dem Wein seinen Geist verleiht; je reicher an Alkohol, desto haltbarer und feuriger ist der Wein. Für je zwei Theile Zucker, die im Traubensaft vorhanden waren, bildet sich bei der Gährung ein Theil Alkohol; je süßer daher die Trauben, desto geistreicher der Wein. Daher liefert in nördlichen Breiten nur ein besonders guter Jahrgang, der in langem und warmem Herbste die Trauben zur vollen Reife zu bringen vermag, einen edlen, alkoholreichen Wein, während im Süden, wo Jahr aus, Jahr ein die heiße Sonne in den Beeren Zucker im Ueberfluß entwickelt, ein Unterschied zwischen den einzelnen Jahrgängen kaum bemerkbar ist. Daher kann man auch künstlich die Güte des Weines verbessern, indem man den Zuckergehalt des Mostes vermehrt, sei es, daß durch Trocknen der Beeren der süße Saft konzentrirt wird, wie dies bei der Bereitung der Tokayer Ausbrüche, des Strohweins, des spanischen Sekts u. a. der Fall ist; sei es, daß man den Most am Feuer eindampft, wie dies bei den gekochten Weinen Spaniens, Italiens und Griechenlands gebräuchlich ist; sei es, daß man unmittelbar Zucker dem Moste zusetzt, wie dies bei der Bereitung des Champagners schon lange üblich war, für die Verbesserung geringer deutscher und französischer Weine neuerdings mit Erfolg geschieht.[17])

Wenn die Hauptgährung vorüber, so ist der größte Theil des Zuckers aus dem Traubensaft verschwunden und durch Alkohol ersetzt; doch dauert die stille Gährung in den Fässern noch Monate lang fort. Im nächsten Frühling, wenn durch die steigende Wärme die Kohlensäure aus dem Jungwein ausgetrieben wird, nimmt die innere Bewegung sogar aufs neue einen heftigen Charakter an, und poetische Gemüther meinten wohl, es sei eine geheime Sympathie, daß die Jungweine im Keller zu derselben Zeit von Neuem zu gähren beginnen, wenn draußen im Freien die mütterlichen Reben wieder blühen.[18]) Wird ein sehr süßer Wein in Flaschen gefüllt, bevor seine Gährung vollendet ist, so geht die Vergährung des Zuckers in den Flaschen selbst weiter fort; die Kohlensäure aber, die nicht entweichen kann, ist gezwungen, sich im Weine aufzulösen, wenn es ihr nicht gelingt, die Flasche zu sprengen; erst beim Oeffnen des Korkes entweicht sie aus ihrem Gefängniß brausend und schäumend; hierauf beruht die Bereitung der moussirenden Schaumweine. Ein langsamer chemischer Prozeß geht aber auch in allen übrigen Weinen vor sich; denn erst im Laufe der Jahre entwickelt sich in den besseren Weinen jenes Aroma, die Blume oder das Bouquet, wie es die edlen Rhein-, Mosel-, Ungarweine und die „premiers crûs" der Gironde aushauchen; es beruht auf der Bildung gewisser Aetherarten und kann daher zum Theil wenigstens künstlich nachgemacht werden. Auch seine Farbe erhält der Wein erst bei der Gährung; denn der frisch ausgepreßte Rebensaft ist farblos, auch der aus blauen Trauben gewonnene.[19]) Bekanntlich unterscheidet man seit alten Zeiten in seltsamer Uebereinstimmung rothe und weiße Weine, obwohl diese in Wirklichkeit goldgelb, jene eigentlich purpurn gefärbt sind. Die gelbe Farbe entsteht durch die Einwirkung der Luft auf gewisse Bestandtheile des Traubensaftes; im Mittelalter meinte man wohl, daß der Wein wirkliches flüssiges Gold sei; man glaubte an eine geheime Verwandtschaft zwischen dem Golde, dem König der Metalle, der Sonne, der Kö-

nigin der Gestirne, und der Rebe, der Königin der Gewächse. Roth wird der Saft der blauen Trauben nur dann, wenn man die Bälge mitgähren läßt; der bei der Gährung sich bildende Weingeist löst den rothen Farbstoff in den Schalen, gleichzeitig mit etwas Gerbsäure, welche den Rothwein herb, aber haltbar macht. Gewisse im Süden beliebte Rebensorten erzeugen so viel Farbstoff in ihren Beeren, daß die Italiener ihren Rothwein „schwarz“ (vino nero) nennen.

Zugleich mit den Hefekeimen, die den ausgepreßten Traubensaft in Wein verwandeln, gelangen in ihn auch die Keime anderer mikroskopischer Pilze, welche den Bälgen der Beeren anhafteten oder aus der Luft herniederfallen; aber so lange der Wein noch gährt und der Hefepilz noch Zucker vorfindet, auf dessen Kosten er sich vermehrt, können andere Wesen nicht aufkommen; sobald aber aller Zucker in Alkohol vergohren ist, und die Hefe, welche nun keine für sie geeignete Nahrung mehr findet, sich am Boden abgesetzt hat, dann ist alle Sorgfalt darauf zu richten, daß die fremden Pilze, die jetzt freies Feld für ihre Entwickelung finden, nicht wieder zu Grunde richten, was die kleinen Zellen der Hefe Schönes geschaffen haben. Es sind zumeist kugel- oder stäbchenförmige Bakterien von unendlicher Kleinheit, aber auch von unendlicher Vermehrungsfähigkeit, die, wenn man sie überwuchern läßt, in kurzer Zeit den Wein krank und ungenießbar, sauer oder bitter, lang oder fettig, kahmig oder schleimig machen. Hat sich in einem sehr zuckerreichen Most durch die Gährung mehr als 12 Prozent Alkohol entwickelt, wie dies beim Tokayer der Fall ist, so hat der Wein jene kleinen Feinde nicht zu fürchten; denn der Alkohol ist wirklich Gift, selbst für die Bakterien und Pilze; man setzt deshalb leichteren Weinen Alkohol zu, um sie haltbar zu machen; ein besseres Heilmittel gegen die Krankheiten des Weines hat der geniale Chemiker Louis Pasteur erfunden, indem er lehrte, den in Flaschen abgezogenen Wein auf 55—60° zu erhitzen; denn diese Temperatur tödtet alle

schädlichen Pilzkeime, ohne das Aroma und die edlen Eigenschaften des Weines zu beeinträchtigen.[20])

Nur eine einzige unter den vielen Bakterienarten, welche im Wein sich entwickeln und fremdartige Gährung in ihm erregen, hat sich in den Dienst des Menschen gestellt, indem sie den Wein in ein neues werthvolles Erzeugniß umwandelt. Ich meine die Essigbakterien, deren kurze Stäbchen, von Schleim umhüllt, sich zu Fäden und Schleimflocken an einander lagern, bei Berührung mit der Luft aber an der Oberfläche des Weines sich so üppig vermehren, daß sie dieselbe in wenig Stunden mit einer weißen, schleimigen Haut überziehen; unter ihrer Einwirkung verwandelt der Alkohol des Weines sich in Weinessig. Schon die Alten verstanden es, aus dem Wein Essig zu bereiten; heutzutage erzielt die Technik mit Hilfe der Essigpilze auch ohne Wein ein freilich minder werthvolles Produkt aus gewöhnlichem Spiritus. Diesen selbst, den Weingeist, durch Destillation aus dem Weine zu konzentriren, war den Alten unbekannt und ist uns erst durch die Araber gelehrt worden, welche während ihrer Blüthezeit vom achten bis vierzehnten Jahrhundert vielfach unsere Lehrer in Wissenschaft und Industrie gewesen sind.

VII.

Während ein mikroskopischer Pilz, der Hefepilz, der eigentliche Fabrikant des Weines ist, andere, noch kleinere Pilze, die Bakterien, dagegen den Wein krank machen, sind es wieder andere Pilze, die den Weinstock selbst angreifen und mit Krankheit und Vernichtung bedrohen. Die Zahl dieser mikroskopischen Feinde aus dem Reiche der Pilze ist sehr groß, fast jedes Jahr lehrt uns eine neue Pilzkrankheit der Reben kennen;[21]) doch sind es vorzugsweise zwei Schimmelpilze, der echte und der falsche Mehlthau, welche durch die Verheerungen, die sie in den Weinbergen anrichteten, und durch die schweren Wunden, die sie dem Nationalwohlstand ganzer Länder schlugen, berüchtigt geworden sind.

Es war im Sommer 1845, als sich die Nachricht verbreitete, in einem Gewächshause bei Margate in England seien die darin gezüchteten Weinstöcke von einem bis dahin unbekannten Schimmel befallen worden, der die Blätter überspinne und krank, zuletzt absterben mache, worauf auch die Trauben verschimmelten und verschrumpften. 1848 zeigte sich der gefährliche Schimmel in freier Luft in den Rebenanlagen einer Villa bei Versailles, die Herrn von Rothschild gehörte; seinem Gärtner, Mr. Tucker, wurde die Ehre zu Theil, bei dem neuen Pilze Pathe zu stehen; er



Echter Rebenmehlthau (Oidium Tuckeri).
a Mycel auf den Blättern; 50 mal vergrößert. b Stärkere Vergrößerung zeigt die Saugscheiben der Pilzfäden. Vergr. 120 mal. Nach Mohl.

erhielt den Namen Oidium Tuckeri. Der Tübinger Pflanzenphysiologe Hugo Mohl enthüllte 1852 mit seinem Mikroskop das unheilvolle Treiben des neuen Feindes;[22]) aus staubfeinen Keimzellen, die der Wind auf die Blätter weht, entwickelt sich im Laufe des Juni ein weißes Fadengespinnst oder Mycel, dessen Verzweigungen sich fest an die Oberhaut der Blätter anpressen; hier saugen sie sich an vielen Stellen mit Haftscheiben fest und senken zitzenartige Saugfortsätze in die Zellen der Oberhaut hinein. Diese stirbt bald ab und färbt sich braun; die Blätter, die zuerst nur weiße, rundliche Schimmelräschen zeigten, bekommen schwarzbraune Flecken und verdorren. Auch auf

den jungen Beeren siedelt der Schimmel sich an und tödtet deren Oberhaut; sie bekommen Risse, vertrocknen oder faulen, ehe sie zur Reife gelangt sind. Während des ganzen Sommers erzeugt der Schimmelpilz unaufhörlich zahllose, eiförmige Keimzellen, die an der Spitze kurzer Träger einzeln oder zwei bis drei hinter einander sich abschnüren; durch die Luftströmungen werden sie von einem Rebstock zum anderen, von einem Weinberg zum benachbarten getragen und verbreiten so die Krankheitskeime mit verhängnißvoller Eile über ganze Länder.



Echter Rebenmehlthau.
Keimzellen (Konidien), von aufrechten Fruchtzweigen aus dem Mycel abgegliedert. Vergr. 250 mal.
Nach Mohl.

Ein Jahr, nachdem die neue Traubenkrankheit bei Versailles zuerst im Freien beobachtet war, hatte sie auch schon alle Weinpflanzungen der Pariser Umgebung ergriffen; in den nächsten Jahren bis 1851 hatte sie sich über ganz Frankreich bis zum Mittelmeer verbreitet, war über die Pyrenäen nach Spanien und Portugal und dann über das Meer nach den Kanarischen Inseln eingedrungen, hatte ostwärts Italien und Griechenland, nordwärts Oesterreich und Süddeutschland heimgesucht, überall den Ertrag der Weingärten vernichtet und diese Länder, deren Wohlstand an eine gute Traubenernte geknüpft ist, zur Verzweiflung gebracht. Es gab keinen Bordeauxwein, keinen Sherry, keinen Madeira mehr; man schickte sich an, die ertraglos gewordenen Weinreben auszurotten, um an ihrer Stelle Getreide zu bauen. Trostlos war der Anblick der Weinberge, besonders in jenen Gegenden, wo die Reben, wie um Meran, in Laubengängen ge-

zogen, sonst die Fülle üppig schwellender Trauben aus den grünen Blättern hervorschimmern ließen, jetzt aber nur gelbes, dürres Laub und verschimmelte Trauben zeigten.

Aber woher war der Feind gekommen, als er vor 50 Jahren den Angriffskrieg gegen unsere Weinreben begann? Offenbar gehörte das Oidium zu den Mehlthaupilzen (Erysiphe), von denen zahlreiche Arten die Blätter und selbst die Blüthen wilder und angebauter Gewächse mit weißem, fein bestäubtem Gespinnst überziehen, einzelne, z. B. der Mehlthau der Rosen und der Pfirsiche, in den Gärten beträchtlichen Schaden anrichten. Aber keine der in Europa bekannten Erysiphearten stimmte mit dem Traubenpilz überein; bald stellte sich heraus, daß er aus Nordamerika eingeschleppt worden war, wo er auf den wilden Reben wuchert; dort in seiner Heimath erzeugt er im Herbst auch die für die Gattung Erysiphe charakteristischen Früchtchen in Gestalt punktförmiger, brauner, von einer strahligen Hakenkrone umgebener Kügelchen; diese sind mit Schläuchen gefüllt, die acht kleine Sporen enthalten. In Europa hat der Pilz, der den Namen Erysiphe (Uncinula) spiralis führt, sich bisher nur durch seine eiförmigen Keimzellen, allerdings in überreichlichem Maße, vermehrt.



Fruchtkörper des echten Rebenmehlthau, mit hakenförmigem Haarkranz, an amerikanischen Reben: Erysiphe (Uncinula) spiralis = Oidium Tuckeri. Nach Scribner.

Glücklicherweise fand man bald ein Mittel, dem maßlosen Umsichgreifen des amerikanischen Mehlthaupilzes zu wehren; denn da

derselbe nur die Außenseite der Blätter überzieht, ohne ins Innere einzudringen, so genügt ein Bestreuen mit feinem Schwefelpulver, sogenannter Schwefelblüthe, um das oberflächliche Gespinnst seiner Fäden zu tödten und die Entwickelung der Keimzellen zu verhindern, ohne daß die Rebe selbst Schaden leidet. Seitdem hat das Oidium seinen Schrecken verloren, und wenn es auch noch nicht aus Europa verschwunden ist und auch den deutschen Winzern nicht unbekannt bleibt, so weiß man es doch durch rechtzeitiges Schwefeln in Schranken zu halten.



Falscher Rebenmehlthau (Mildew) Peronospora viticola.
Blätter des Weinstocks, auf der Oberseite (a) mit braunen Flecken, auf der Unterseite (b) mit den weißen Räschen der Fruchtfäden.
Nach Cornu.

Aber kaum hatten die Weinbauer gelernt, den echten Rebenmehlthau erfolgreich zu bekämpfen, als ihnen Nordamerika einen zweiten, kaum minder gefährlichen mikroskopischen Verwüster zuschickte, den falschen Mehlthaupilz (mildew). Zuerst im Jahre 1878 wurde in den Weinbergen von Südfrankreich ein bis dahin unbekannter Schimmelpilz beobachtet, der aus der Unterseite der Blätter in weißen Räschen hervorbrach, worauf diese gelbbraune Flecke bekamen und bald vertrockneten, während die Trauben, denen die kranken Blätter keine Bildungsstoffe zuführen konnten, verkümmerten. Der falsche Mehlthau unterscheidet sich vom echten dadurch, daß seine reich verzweigten Mycelfäden nicht wie bei diesem auf der Außenfläche der Rebenblätter, sondern in deren Innerem wuchern und ihre grünen

Gewebe aussaugen und vergiften; erst bei der Fortpflanzung treten Büschel von Fruchtfäden durch die auf der Unterseite der Blätter befindlichen Spaltöffnungen hinaus an die Luft, verzweigen sich traubenartig und schnüren von den Spitzen ihrer Auszweigungen kleine eiförmige Sporen ab, die vom Winde fortgeweht, bei feuchter Witterung mit unheimlicher Schnelligkeit die Ansteckung verbreiten. Denn sobald die Sporen, die mit dem Staube auf die Rebenblätter niederfallen, in einen Regentropfen gelangen, gebären sie winzig kleine, thierähnlich sich bewegende Schwärmer, die sich bald an passenden Stellen der Blätter festsetzen, in feine Keimschläuche aussprossen und diese in das Innere der Blätter hineintreiben, wo sie zerstörend um sich greifen.



Fruchtfäden des falschen Rebenmehlthau, in Büscheln aus einer Spaltöffnung der Blattunterseite hervorbrechend. Vergr. 125 mal. Nach Cornu.

Der falsche Rebenmehlthau (Peronospora viticola) ähnelt in seiner Angriffsweise dem Kartoffelpilz (Peronospora oder Phytopthora infestans); er verbreitete sich bald über ganz Südeuropa, von Portugal bis Griechenland und gelangte 1882 selbst in die deutschen Weinberge. Doch auch gegen ihn hat sich ein Mittel gefunden; werden die Reben frühzeitig mit Kupfervitriollösung bespritzt, so können die von außen heranfliegenden Sporen nicht keimen, und die Pflanzungen bleiben durch diese prophylaktische Behandlung vor der Ansteckung verschont.[23])

Aber noch hatte Amerika seine Pandorabüchse, aus der es neue Plagen über die Weinberge Europas sendet, nicht erschöpft; dem echten und dem falschen Mehlthau folgte auf dem Fuße der dritte, und zwar der allerschlimmste Verderber, diesmal ein winziges Thierchen, die Reblaus. Ehe wir ihre Geschichte, die in vielfacher Be=

ziehung unser besonderes Interesse erregt, berichten, wollen wir noch einige andere Betrachtungen vorausschicken.

VIII.

Zahllos sind die Sorten der Weinstöcke und der Weine; außerordentlich verschieden ihr Werth; schon Theophrastos sagt: „So viel Weinberge, so viel Rebensorten.“ Unzweifelhaft hat Boden und Klima, Pflege der Reben und Behandlung der Weine den allergrößten Einfluß auf die Güte desselben. Aber die Rebe, das Lieblingskind von Sonne und Erde, hat auch ihren Eigenwillen und oft unerklärliche Launen; zwar im Allgemeinen belohnt sie sorgfältige Erziehung durch edleres Gedeihen; aber gar oft erwächst sie, aller Pflege zum Trotz, nur zu einem mittelmäßigen Geschöpf; dort in wilder Ungebundenheit sich selbst überlassen, überrascht sie durch die Entfaltung ihrer genialen Natur. In unmittelbarer Nachbarschaft, oft bei gleicher Pflege, liefert sie doch ganz verschiedene Produkte; der Steinwein, der Leistenwein und der gemeine Würzburger wachsen nahe neben einander, eben so der Asmannshäuser, Rüdesheimer, Geisenheimer, Johannisberger, und doch wie verschieden sind ihre Eigenthümlichkeiten! Am Ostabhang der Cevennen bei Dijon erhebt sich ein Hügel, der den edlen weißen Burgunder Montrachet erzeugt; der Wein von der Mitte des Weinberges wird „Echter,“ der von der Höhe „Ritter,“ der vom Fuße „Bastard“ genannt; der Ritter kostet das Doppelte, der Echte das Dreifache vom Preise des Bastard. Aehnlich ist es in der Gironde, wo die höchste Aristokratie der Schloßabzüge mitten unter plebejischen „Bauern“ (Paysans) heranwächst.

Die Wissenschaft ist bisher ebenso wenig im Stande, die großen Verschiedenheiten in den Erzeugnissen der einzelnen Weinberge und Lagen ausreichend zu erklären, als sie etwa den Grund dafür anzugeben vermag, warum von einer Anzahl Kinder, die

gleichen Unterricht genossen, doch die Talente und die Leistungen so ganz verschieden sind. So gut wie das Menschengeschlecht im Verlauf seiner Geschichte sich in zahlreiche Rassen und Stämme gespalten hat, jede mit besonderen charakteristischen Eigenthümlichkeiten begabt, die in der Heimath von Generation zu Generation sich forterben, so hat auch die bildungsfähige Natur der Rebe im Laufe der Jahrtausende sich in zahlreiche Spielarten und Sorten entwickelt, die ihre besonderen Eigenschaften um so sicherer erhalten, als sie in der Kultur ja nicht durch die zu Abänderungen geneigten Samen fortgepflanzt, sondern nur durch Ableger, Stecklinge oder Pfropfreiser vermehrt werden. Wie verschieden sind nicht die Beeren in Gestalt, Farbe und Geschmack: goldgelb, grün, hellroth, purpur, stahlblau, schwarz; kugelrund, eiförmig, walzlich wie Fingerglieder, von der Größe einer Erbse bis zu der einer Wallnuß. Nicht minder unterscheiden sich die Sorten durch die Gestalt der Blätter, ihre wollige, filzige oder ganz fehlende Behaarung, durch die frühere oder spätere Reife der Trauben, durch größere oder geringere Empfindlichkeit gegen die Witterung. Schon Plinius unterschied zu seiner Zeit über 80 Hauptsorten in Italien; im Jardin du Luxembourg ließ der um den rationellen Weinbau verdiente Minister Chaptal im Jahre 1804 über 1400 Spielarten anpflanzen; neuere Kataloge zählen 2000 Sorten auf, von denen indeß kaum der achte Theil für den Anbau Bedeutung hat. Schon Vergilius nennt zwar in seinem Gedicht über den Landbau nur achtzehn Traubensorten; gleichwohl singt er mit poetischer Uebertreibung von den Arten der Reben und Weine:

> „Wer wäre im Stande, sie alle zu zählen?
> Wer sie zu kennen verlangt, den lüstet zu wissen, wie viele
> Stäubchen Sandes der Wind in der lybischen Wüste dahinjagt,
> Oder, sobald in die Segel der Sturm gewaltiger brauset,
> Wie viel Wellen den Strand des Jonischen Meeres bespülen."

IX.

Ueberblicken wir nun den Theil der Erde, in welchem Reben angepflanzt werden; — es versteht sich von selbst, daß nur da der Weinbau möglich ist, wo die Trauben reif werden; die Erfahrung zeigt, daß dies nur in denjenigen Ländern der Fall ist, wo die mittlere Monatswärme während der ganzen Vegetationszeit der Rebe, vom April bis Oktober, nicht unter 15° fällt; zu voller Reife verlangt sie sogar eine mittlere Sommertemperatur von mindestens 20°. Doch ist es nicht die Durchschnittswärme allein, die über das Gedeihen des Weinstocks entscheidet; er erfordert eine gewisse Vertheilung der klimatischen Bedingungen; gegen Winterfröste ist er in hohem Grade unempfindlich; Süddeutschland und Nordfrankreich haben manchmal so heftige und so lang anhaltende Kälte, daß der größte Theil der Obstbäume erfriert, und man meint, der alte Tacitus habe doch Recht behalten, als er Germanien für den Obstbau untauglich erklärte; aber die Rebenpflanzen bleiben auch in strengen Wintern unbeschädigt, da bis zu ihren tiefgehenden Wurzeln der Winterfrost nicht vordringt; Maifröste dagegen vernichten die Blüthen und machen die Stöcke für ein Jahr ertraglos; Regen im Sommer und trockene Wärme im Herbste geben viel und gute Trauben; von den nebeligen Seegestaden hält die Rebe sich gewöhnlich fern, aber die Morgennebel, welche die Flußthäler erfüllen, scheinen ihr Gedeihen eher zu fördern. In natürlicher Freiheit sucht die wilde Rebe feuchte, sumpfige Waldniederungen; daß aber Bacchus, der Gott der Weinkultur, die trockenen Hügel liebe, hat schon Vergilius bemerkt.[24])

Im Allgemeinen findet der Weinbau seine nördlichste oder Polargrenze am 50. Grade N. B., doch bildet diese Grenze keine regelmäßige Linie; bald entfernt sie sich, bald nähert sie sich mehr dem Aequator. An der Westküste von Europa finden wir die ersten Weinberge einige Meilen nördlich von der Mündung der Loire

bei Vannes ($47^{1}/_{2}{}^{0}$); die Bretagne und die Normandie liefern heut nur Aepfel-, aber keinen Traubenwein; es ist der feuchte, kühle Sommer der Seeküsten, welcher die Trauben nicht reif werden läßt, wie er auch in England, ja noch viel südlicher an der Nordküste von Spanien, in Gallizien und Asturien, den Weinbau hindert. Im Innern von Frankreich dagegen steigt die Grenze des Weinbaus alsbald gegen Norden, verläuft nördlich von Clermont und Paris zum 50. Grade, tritt zwischen Mastricht und Lüttich nach Belgien über und erreicht bei Bonn den 51. Grad: indem sie nun stromaufwärts nach Süden hin den Ufern des Rheins folgt, gelangt sie bei Mainz unter dem 50. Grad ins Mainthal, die Heimath der Frankenweine; von da nach Thüringen sich ziehend, berührt sie bei Meißen die Elbe, dringt dann durch die Lausitz über Guben bis nach Grünberg vor, wo sie den 52. Grad, den nördlichsten Punkt auf der ganzen Erde, erreicht. Im Elbthal steigt die Grenze des Weinbaues gegen Süden aufwärts nach Böhmen, wo der rothe Melniker, der weiße Czernoseker gedeihen, senkt dann sich nach Oesterreich, und indem sie sich der Donau nähert, Schlesien, Nordmähren und Galizien bei Seite läßt, tritt sie nach Ungarn hinüber, wo sie südlich der Karpathen unter dem 48. Grad nach Siebenbürgen verläuft und in Rumänien das Schwarze Meer berührt. Im südlichen Rußland folgt der Weinbau den Küsten des Schwarzen Meeres, indem er in den Thälern des Dnieper, Bug, Dniester und Don bis zum 47. und 48. Grad heraufsteigt, und erreicht bei Astrachan das Kaspische Meer fast unter derselben Breite, wo er an der Westküste des Atlantischen Oceans begonnen hatte. Nördlich von dieser Linie finden wir allerdings noch einzelne versprengte Vorposten des Weinbaus, z. B. Witzenhausen bei Göttingen, Potsdam in der Mark, Grätz und Bomst in der Provinz Posen und Medzibor in Schlesien; doch sollen deren Produkte zu jenen Gewächsen gehören, von denen der Dichter sagt: „sie sehen aus wie Wein, sind's aber nicht"; behauptete doch schon Melanchthon von Thüringen, „daß

seine Berge wahren Essig weinen" (ubi nativum montes lacrymantur acetum); vom Potsdamer Wein sagt Alexander von Humboldt, „er sei nicht zu trinken, werde aber doch getrunken".

Merkwürdig ist, daß gerade die besten Weinsorten in die Nähe der Polargrenze fallen. Die wellenförmigen Kreidehügel der Champagne, die Schieferfelsen des Rheingaus, die Trachytgebirge der Hegyallya, welche den Tokayer, und die Abhänge des Kaukasus, welche den von Mirza Schaffy gepriesenen rothen Kachetiner tragen, sie alle liegen der äußersten Grenze des Weinbaus so nahe, daß wenige Meilen nördlicher derselbe ganz aufhört.

In Asien zieht sich die Polargrenze des Weinstocks am Ostrande des Kaspischen Meeres durch Turkestan und südlich von der großen Gebirgskette des Thianschan, welche die ungeheuren Wüsten von Mittelasien zwischen dem 40. und 50. Grad durchzieht, bis zu den gewaltigen Terrassenabstürzen, welche zum Gelben Meere, nach Peking führen. Alles Land, welches südlich von der hier verzeichneten Grenzlinie liegt, ist des Weinbaus fähig, insofern der Boden dafür geeignet und die Höhe des Gebirges nicht zu bedeutend ist. Und zwar steigt der Weinstock um so höher, je südlicher das Gebirge; in Ungarn erhebt er sich nicht über 300 Meter, in den Nord- und Centralalpen auf 450—550 Meter, an den südlichen Abhängen selbst bis 850 Meter; am Aetna und in Andalusien steigt er bis zu 1300, in Armenien, Kaschmir und an den Wänden des Sinai bis 1900 Meter; und in den Pässen, in denen der Sudletsch die Riesenmauer des Himalaya durchbricht, beginnen die Weinberge erst in einer Höhe von 2700 Meter. Je höher im Süden der Weinstock nach den Gipfeln der Berge hinaufsteigt, desto mehr zieht er sich an ihrem Fuße zurück; das heiße Klima der tropischen Ebenen verträgt das Kind der gemäßigten Zone nicht. Darum läßt man auch die an den Pfahl gebundenen Reben bei uns sich auf die Erde hinabneigen, damit den Trauben die Bodenwärme zu gute komme; schon in Italien zieht man sie empor zu

den luftigen Baumwipfeln; bei uns wählt man die südlichen Lagen; für Nordafrika verordnete bereits vor 2500 Jahren Mago, der große Landwirth der alten Karthager, die Weingärten an der Nordseite der Berge anzulegen, und in dem persischen Buschir wird der Wein in Gruben gepflanzt, damit er feucht und schattig stehe und die Sonne ihn nicht ausdörre. Wo die mittlere Temperatur des Jahres 21° C. übersteigt, da gedeiht der Weinstock nicht mehr: die ununterbrochene Sonnenglut läßt ihn nicht zu jener Ruhe kommen, deren er für eine gesunde Entwickelung bedarf; was Homeros vom Garten des Königs Alkinoos fabulirt, daß die Rebenpflanzungen gleichzeitig mit Blüthen, grünen und reifen Trauben behangen seien, das läßt sich in der heißen Zone zu allen Jahreszeiten beobachten; aber in der rastlosen, aufreibenden Thätigkeit erschöpft die Rebe sich bald und geht zu Grunde. Daher ist dem Weinstock auch gegen Süden, etwa unter dem 30. Grad, eine Grenze gesetzt; in Afrika folgt er nur den Nordküsten des Mittelmeeres; er fehlt in Arabien, in Bengalen und im mittleren und südlichen China; nur das milde Frühlingsklima der bergreichen Inseln im Großen Ocean gestattet ihm, sich dem Aequator zu nähern. Daher finden wir die Rebe nicht nur auf Madeira und Tenerife, (30° N. B.) sondern auch auf den Inseln des Grünen Vorgebirges (15° N. B.) und auf St. Helena (15° S. B). In der südlichen Halbkugel liegt die Grenze des Weinbaus zwischen 33° und 35° (Chile und Kapland) und nähert sich in dem australischen Neu-Süd-Wales dem 40. Grade S. B. Gerade da, wo der Weinstock aufhört, fangen die Palmen an; sie bedürfen jener heißen Sonne, welche der Weinstock fürchtet; daher sind es nur wenige Bergländer, wo Rebe und Palme sich begegnen; das alte Palästina durfte sich rühmen, in seinen Thälern die beiden edelsten Gewächse der Erde in solcher Fülle und Vollkommenheit zu vereinigen, daß es in seinen Münzen bald die Palme, bald die Traube als Symbol des Landes darstellen konnte; heute ist die Palme aus seinen Grenzen fast ganz verschwunden.

X.

Merkwürdig ist das Schicksal des edlen Weinstocks in der neuen Welt gewesen. Nordamerika ist reich an wilden Reben, von Kanada bis zu den heißen Inseln im Golf von Mexiko. Schon im Jahre 1003, als der norwegische Wickinger Leifs der Glückliche, der Sohn des rothen Erik, des Entdeckers von Grönland, seine Abenteurerfahrten südwestwärts richtete und dabei nach einander die Küste von Labrador, Neu-Schottland und Neu-Fundland in Sicht bekam, sah er in den Wäldern des Landes wilde Reben und nannte deshalb den von ihm entdeckten, zwischen Boston und New York gelegenen Theil des nordamerikanischen Kontinents „das gute Weinland.“ [25]) Nicht minder bewunderte ein halbes Jahrtausend später Columbus die Schönheit der wilden karaibischen Reben, die in den von ihm entdeckten Eilanden der Antillen die Kronen der Palmen und Mahagonibäume erklettern. Doch gehören die amerikanischen Reben zu anderen Arten als unser Weinstock; viele unter ihnen werden in unseren Gartenanlagen unter dem Namen „wilder Wein“ als malerische Kletterpflanzen zum Bekleiden von Lauben und alten Baumstämmen angepflanzt; ihre Trauben haben kleine, herbe Beeren, die man für die Weinbereitung nicht für tauglich gehalten hat.

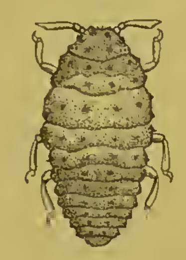
Als Amerika von Europa aus eine neue Bevölkerung erhielt,

wurde auch die europäische Rebe nach Peru, Chile und Brasilien, bald auch nach Mexiko und Kalifornien eingeführt; doch legte die Engherzigkeit der damaligen spanischen Gewalthaber, welche die Konkurrenz mit dem Mutterlande befürchteten, der Ausbreitung des Weinbaus in den amerikanischen Kolonien Hindernisse in den Weg und befahl selbst die Ausrottung der schon gepflanzten Weinberge, so daß in diesen Ländern der Weinbau von dem auf ihn gelegten Banne sich noch heute nicht erholt hat. Als aber im vorigen Jahrhundert die Staaten von Nordamerika emporzublühen und ihre Selbstständigkeit zu erringen begannen, so versuchten sie es, wie sie schon früher alle europäischen Hausthiere und Kulturpflanzen bei sich eingebürgert hatten, nun auch die edle Rebe in ihrem Gebiete einheimisch zu machen, um in einem so wichtigen Lebensbedürfnisse von dem Mutterlande unabhängig zu sein. Ein Schweizer Emigrant, Dufour, und ein ehemaliger Deputirter des französischen Konvents, Lacanal, stellten es sich zur Lebensaufgabe, Nordamerika mit diesem edlen Gewächse zu bereichern; am Mississippi, Ohio, in Kentucky und in vielen anderen Staaten wurden Weinberge angelegt, die besten Reben aus Burgund, von der Garonne und vom Rhein eingeführt, deutsche, französische und Schweizer Winzer verschrieben, große Kapitalien verwendet; aber alle diese Bemühungen blieben vergeblich; die europäische Rebe gedieh nicht auf amerikanischem Boden, in kurzer Zeit kränkelte und starb sie; die Blätter verdorrten, die Trauben fielen vor der Reife ab oder verfaulten, und es ließ sich aus ihnen kein Wein bereiten. Noch vor wenig Jahrzehnten wurden 17000 der edelsten Reben aus Frankreich nach Pensylvanien gebracht; in kurzer Zeit war von ihnen keine einzige mehr am Leben. Im Jahre 1836 mußte Lacanal der französischen Akademie die Erklärung abgeben, die Aufgabe seines Lebens sei verfehlt, die europäische Rebe lasse sich in Amerika nicht einbürgern, daher sei in Amerika der Weinbau unmöglich.

Erst vor 30 Jahren ist das Räthsel gelöst worden, warum

der edle Weinstock, der in der alten Welt in so verschiedenartige Lebensbedingungen sich zu fügen weiß, in der neuen Welt, wo doch so viele seiner Vettern auf das kräftigste gedeihen, durchaus nicht zu existiren vermochte.

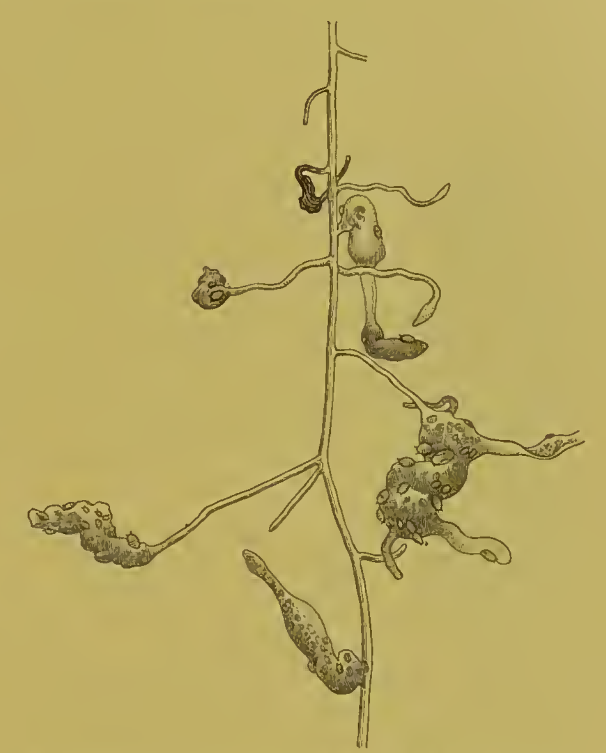
Während man in Frankreich erfolgreich damit beschäftigt war, den amerikanischen Mehlthaupilzen mit Schwefel und Kupfer zu Leibe zu gehen, bemerkte man seit dem Jahre 1865, daß die Weinpflanzungen in der Provence trotz dieser Mittel erkrankten und abstarben. Der Professor der Botanik von Montpellier, Planchon, der mit der Untersuchung beauftragt war, entdeckte 1868, daß dies-mal der Herd des Unheils sich nicht an den Blättern, sondern an den Wurzeln der Reben befinde; an den Spitzen der feinen Wurzelverzweigungen beobachtete er zahllose knöllchenartige Anschwellungen, an denen winzige Thierchen saßen, einen halben Millimeter lang, je nach dem Alter weiß, gelb oder braun, eiförmig platt, mit langem Rüssel nach Art der Blattläuse saugend. Planchon nannte das unheimliche Geschöpf „die verwüstende Blattverderrerin" (Phylloxera vastatrix).



Ungeflügelte Reblaus (Phylloxera vastatrix). Vergr. 50 mal. Nach Cornu.

Die Entwicklungsgeschichte der Phylloxera, die jetzt unter dem Namen Reblaus allbekannt ist, erklärte die furchtbaren Verwüstungen, welche diese Thierchen in den Weinbergen anrichten. Denn obwohl sie geschlechtslos sind, so legen sie doch, gleich den Blattläusen, rasch hinter einander, ein jedes 200 bis 300 Eier; die aus diesen ausschlüpfende Generation thut das Gleiche, und da im Sommer sechs bis acht Generationen auf einander folgen, so kann im Laufe des Jahres aus jedem Mutterthierchen eine Nachkommenschaft von Milliarden hervorgehen. Sie alle saugen an den Faserwürzelchen des Weinstocks; in Folge der Reizung verkrümmen diese sich an ihren Enden und bilden hier Anschwellungen, die bald in Fäulniß übergehen. Nun sind aber die Faserwurzeln, wie wir

wissen, die eigentlichen Ernährungsorgane der Rebe; wenn sie zerstört werden, muß der ganze Stock kränkeln und nach drei bis vier Jahren rettungslos zu Grunde gehen. Inzwischen aber haben die unterirdischen Blutsauger sich der netzförmigen Wurzelverbindungen zwischen benachbarten Reben bedient, um neue Opfer aufzusuchen; binnen zehn Jahren ist in der Regel der ganze Weinberg vernichtet.



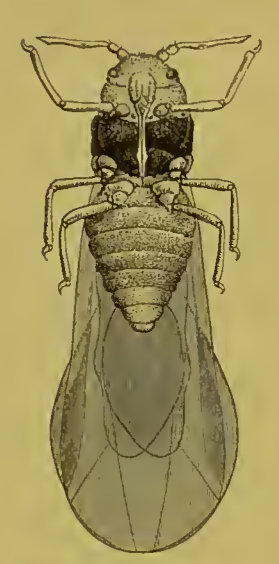
Anschwellungen an den Spitzen der Faserwurzeln des Weinstocks, durch die Rebläuse hervorgerufen. Nat. Größe. Nach Cornu.

Beim Herannahen der kalten Jahreszeit verkriechen sich die Rebläuse bis zu zwei Meter Tiefe in die Erde, um geschützt vor dem Eindringen des Frostes zu überwintern und im nächsten Frühjahre ihr Zerstörungswerk fortzusetzen. Eine Anzahl kriecht jedoch im August und September an die Oberfläche und verwandelt sich hier in geflügelte Thierchen, die in entlegenen Weinbergen sich niederlassen können; selbst geschlechtslos, gebären sie ungeflügelte Männchen und Weibchen; die letzteren legen grünliche Eierchen an die Rinde der Weinstöcke, aus denen im nächsten Jahre wieder Mutterthierchen hervorgehen.

Aus dieser diabolischen Vermehrungs- und Verbreitungsfähigkeit wird es begreiflich, daß die Reblausseuche langsam, aber unaufhaltsam sich über ganz Frankreich ausbreitete. In den Jahren 1880—1889, wo sie den Höhepunkt erreichte, waren von mehr als

2½ Millionen Hektaren französischen Weinlandes eine Million verseucht und der frühere Ertrag von 50 Millionen Hektoliter auf weniger als die Hälfte zurückgegangen; den Verlust, den Frankreich durch die Reblaus erlitten, berechnet man auf 14 Milliarden Francs.

Natürlich strengte sich der Erfindungsgeist der französischen Landwirthe und Chemiker an, Mittel gegen die unterirdischen Rebenwürger zu ersinnen; aber die meisten Mittel erwiesen sich, wenn auch nicht immer gegen die Reblaus, so doch sicher für die Reben als tödtlich. Petroleum, Schwefelkohlenstoff und andere Chemikalien wurden vergeblich in den Boden gegossen; man empfahl, die Thierchen zu ersäufen, indem man die Weinberge wochenlang unter Wasser setzte; am besten bewährte sich natürlich das radikalste Mittel, den Weinstock gänzlich auszurotten.



Geflügelte Reblaus. Vergr. 50 mal. Nach Cornu.

Um für den Ausfall in der Weinproduktion Ersatz zu schaffen — die französischen Rothweine gelten nicht bloß für den Landesverbrauch, sondern auch für das ganze Ausland als unersetzliches Lebensbedürfniß — wurden nach Frankreich ungeheure Mengen Wein aus Spanien, Italien und Dalmatien eingeführt und durch Verschneiden in Bordeauxgewächse umgewandelt, wodurch der Weinbau in jenen Ländern einen ungeahnten Aufschwung nahm. Zahlreich entstanden auch Fabriken, in denen „Wein ohne Trauben" erzeugt wurde; die harmloseste Methode war, Rosinen aus Spanien, Griechenland und der Türkei einzuführen und dieselben, nachdem sie in Wasser gequellt waren, nachträglich noch zu vergähren.

Nicht lange beschränkte sich die Reblaus auf die Grenze der französischen Republick; schon 1872 war sie in Portugal eingebrochen und drohte den Portwein zu vernichten; im selben Jahre er-

schien sie auch in Oesterreich und hat namentlich in Ungarn weit um sich gegriffen, wo sie die Hegyallya, die Heimath des Tokayers, ernstlich bedroht. Nach und nach verseuchten alle Länder von Südeuropa, die einen mehr, die anderen weniger; selbst nach Australien und dem Kap der Guten Hoffnung wußte die Reblaus den Weg zu finden; in Deutschland, wo schon 1874 ein kleiner Herd im Ahrthal aufgefunden war, hatte sie 1887 bereits 80 Hektare im Rheinthal verwüstet. Gegen einen so gefährlichen Feind mußten außerordentliche Maßregeln aufgeboten werden; auf Anregung der Schweiz kam 1877 ein Reblauskongreß zusammen; 1881 wurde in Bern eine internationale Konvention zur Bekämpfung der Reblaus und zur Verhütung ihres Einschleppens abgeschlossen und 1883 durch Reichsgesetz auch für Deutschland in Kraft gesetzt; sie verbietet die Einfuhr von Pflanzen, an denen möglicherweise Reblauseier haften können, und befiehlt die Vernichtung der Weinberge, in denen sich ihre Spuren gezeigt haben.

Schon Planchon hatte ermittelt, daß die Phylloxera, gleich dem echten und dem falschen Mehlthau, aus Nordamerika gekommen war. Denn dort hatte sie von jeher an den wilden Reben genistet, ohne diesen, die längst gegen ihre Angriffe abgehärtet waren, erheblichen Schaden anzuthun, und ohne daß Jemand dort von ihr Notiz genommen oder sie näherer Untersuchung werth geachtet hätte. Nun hatte man seit 1860 begonnen, amerikanische Reben in großer Anzahl nach Frankreich einzuführen, weil man hoffte, daß diese kräftigeren Gewächse der damals herrschenden Mehlthaukrankheit besser Widerstand leisten würden; hierbei waren auch Reblauseier, die in der Rinde der Setzlinge verborgen waren, mit nach Europa gebracht worden, und man hatte so, ohne es zu wissen, dem Todfeind Thür und Thor selbst geöffnet. Nun erklärte sich auch, warum alle Versuche, den edlen Weinstock in Amerika einzubürgern, vollständig mißlungen waren. Nicht das Klima war es, wie man gemeint hatte, das ihn dort zu Grunde richtete, sondern die Reblaus, der das auf

amerikanischen Boden verpflanzte und durch eine mehrtausendjährige Kultur verzärtelte Kind der alten Welt wehrlos gegenüberstand und rettungslos zum Opfer fiel.[26])

Aber wie nach dem Glauben der Alten eine Wunde, die der Speer geschlagen, durch Berührung mit dem nämlichen Speer geheilt werden kann, so erwiesen sich die amerikanischen Reben, die das Unheil über die europäischen Weinkulturen gebracht hatten, zuletzt als die Retter derselben. Denn wenn die Wurzeln der amerikanischen wilden Reben, geschützt durch eine festere Rinde, die Angriffe der Phylloxera ohne Beschädigung aushalten, so braucht man ja diese nur als Unterlage zu benutzen und die edle Rebe darauf zu pfropfen; ernährt durch die Wurzeln des Wildlings, kann ihr dann der in der Erde wühlende Feind nichts mehr anhaben. Als die französische Regierung dies erkannt hatte, ging sie mit erleuchteter Energie an die Verjüngung der Weinberge; es wurden in allergrößtem Maßstabe Pflanzgärten amerikanischer Reben (meist von der in Kanada bis Florida einheimischen Vitis riparia) angelegt und diese an die weinbauenden Departements vertheilt, um an Stelle der zu Grunde gerichteten Weinstöcke gepflanzt und mit den alten bewährten Sorten veredelt zu werden. Die großartige Operation ist 1894 vollendet und von vollkommenem Erfolge gekrönt worden; schon 1892 konnte Professor Millardet in Bordeaux in einer besonderen Schrift es aussprechen: Die Reblaus ist durch die Pfropfung besiegt (La Phylloxère vaincue par le greffage). 1893 hatte Frankreich bereits wieder eine volle Ernte von 50 Millionen Hektoliter, von denen es $2^1/_2$ Millionen ausführen konnte; der Import der spanischen und italienischen Weine hörte auf, sehr zum Schaden dieser Länder, denen eine Abzugsquelle für ihren Ueberfluß versiegte. Auch Griechenland hatte schwer darunter zu leiden, daß die Ausfuhr von Korinthen nach Frankreich, die ein Jahrzehnt lang zur Fabrikation von Rosinenwein gedient hatten, aufhörte, so daß die griechische Kammer 1894 ernstlich den Vor=

schlag diskutirte, die Hälfte der Korinthenernte zu vernichten, da diese unverkäuflich geworden war; denn die künstlichen Weinfabriken sind eine nach der anderen eingegangen. Schon hört man wieder Klagen in der Provence, daß die Fässer nicht ausreichen, um den Segen zu bergen, den die erneuten Weinberge wieder bringen; man kann bereits wieder gute Gewächse von Burgunder und Bordeaux-weinen zu 34 Francs und bescheidenere Lagen für sechs Francs den Hektoliter kaufen.[27])

Auch Amerika wird jetzt seinen eigenen Wein erzeugen können, wenn es auf seine einheimischen Reben die edelsten Sorten des europäischen Weinstocks pfropft. Allerdings war es der Energie des amerikanischen Volkes schon seit einigen Dezennien gelungen, auf einem anderen Wege zu dem nämlichen Ziele zu gelangen. Ein Farmer in Ohio, Mr. Longworth, hatte großartige Versuche gemacht, die wilden amerikanischen Reben der Kultur zu unterwerfen, und diese Versuche sind in unerwarteter Weise gelungen. Insbesondere die Catawba- und die Isabellarebe, Spielarten der wilden Fuchs-rebe (Vitis Labrusca), die in Nordkarolina und Arkansas einheimisch ist, lieferten bei sorgsamer Behandlung nicht nur gute Tafel- und Keltertrauben und einen ungemein reichen Ertrag, sondern es sind auch aus diesen Reben seit der kurzen Zeit ihres Anbaues durch rationelle Züchtung und Kreuzung mit amerikanischen und euro-päischen Weinreben eine große Anzahl verschiedener Sorten hervor-gegangen, und so war es schon im Jahre 1870 gelungen, auf amerikanischem Boden aus einheimischen Reben zwölftausend Hekto-liter Wein zu erzeugen, die unseren Champagner-, Bordeaux- und Rheinweinen nicht nachstehen sollen. Gegenwärtig finden sich Wein-berge, mit der Catawbarebe bepflanzt, in ganz Nordamerika vom 45. bis zum 30. Grade, von den Ufern des Eriesees bis zum Rio grande; San Francisko, Cincinnati und St. Louis sind die Mittelpunkte dieses Weinbaues; der Ohiostrom wagt es bereits auf den stolzen Namen des amerikanischen Rheins Anspruch zu machen.

Dadurch ist auch der Beweis geliefert, daß es nicht bloß in grauer Vorzeit, sondern auch noch in unserer Zeit möglich ist, aus einer wilden einheimischen Pflanze ein edles Kulturgewächs zu züchten, und daß zu einer solchen Umbildung durchaus nicht lange Zeiträume erforderlich sind, sondern daß wenige Dezennien dazu genügen.

XI.

Wir haben jetzt mit flüchtigem Blick den Gürtel überschaut, mit welchem der Weinstock die Erde umspannt. Ueberall in der alten Welt haben wir denselben als ein Kulturgewächs angetroffen, gepflanzt und gepflegt durch die Hand des Menschen. Es muß aber offenbar auch einen Theil der Erde geben, wo der edle Weinstock sich entwickelt hat, ohne daß ihn der Mensch dahin gebracht und gepflanzt hätte; es muß auch in der alten Welt ein Land gegeben haben, wie dies in der neuen thatsächlich der Fall war, wo der Mensch die Rebe in unabhängiger Freiheit im Walde fand, aus dem er sie einst herausholte, um sie in seinem Garten einzupflanzen, fortan auf seinen Wanderungen mit sich zu nehmen und von Ort zu Ort zu verbreiten. Welches ist nun dieses Land, das wir als die Urheimath des edlen Weinstocks anzusehen haben?

Wir rühren hier an eine der bedeutungsvollsten Fragen, welche die Naturwissenschaft zu erörtern hat und die auch auf die Geschichte der Menschheit ihre Schlaglichter wirft. Denn der erste Anfang der Weinkultur fällt gleich dem Anbau der Getreidearten und der Zähmung der meisten Hausthiere vor den Anfang aller Geschichte. Ohne Zweifel war es eines der Urvölker aus mittelländischem oder kaukasischem Stamm, welches zuerst, die ungebundene Freiheit des wilden Jagdlebens aufgebend, es vorzog, Rind und Schaf in Heerden sorgsam aufzuziehen, statt sie mühselig in Gebirg und Steppe zu jagen, und einzelne körnerreiche Gräser und Fruchtbäume in bearbeitetes Erdreich auszupflanzen, statt sich auf die ungewissen Er-

träge der wilden Flora zu verlassen; von diesen ersten Erfindern haben die übrigen Völker erst nach und nach die Gaben der Ceres und des Bacchus kennen gelernt.

Zwar weisen alle Anzeichen auf das westliche Asien als die gemeinsame Heimath der mittelländischen Völker, ihrer wichtigsten Hausthiere und Kulturpflanzen; aber welcher Theil von Vorderasien es auch gewesen sein mag, auf dem einst die Getreidearten freiwillig aus dem jungfräulichen Boden hervorsproßten, heutzutage läßt derselbe sich nicht mehr mit Sicherheit auffinden; er mag mit der Zeit die Fähigkeit verloren haben, ohne Zuthun des Menschen diese Gewächse zu erzeugen; oder vielmehr diese selbst haben sich in Folge vieltausendjähriger Kultur so verändert, daß sie ihren Stammformen, die in der Heimath zurückgeblieben sind, nicht mehr gleichen. Diese selbst ist vielleicht zur Wüste geworden, wie ein großer Theil der Länder Asiens, die in der Urzeit die Sitze der frühesten Kultur gewesen waren. Wenigstens kennen wir heut kein Land, wo unsere Getreidearten, wie auch viele andere in Gärten und Feldern angebaute Gewächse, wirklich wild wachsen; sie sind in der That völlig heimathlos geworden; wenn heute der Mensch aufhörte, Gerste und Weizen, Roggen und Hafer, Reis und Mais anzubauen, so würden dieselben in wenig Jahren völlig von der Erde verschwunden sein.

Nur wenige strauch- und baumartige Pflanzen mit saftigen Früchten und knochenharten Samen sind schmiegsamer Natur; sie bürgern sich leicht völlig ein, säen sich von selbst aus und suchen in natürlichem Freiheitstriebe nach Wäldern und einsamen Gegenden zu entfliehen, wohin die Macht des Menschen nicht reicht. Man sagt alsdann: Die Art verwildert, sie hat sich naturalisirt. Und wenn nicht historische Zeugnisse nachweisen, daß sie erst zu einer bestimmten Zeit von auswärts als Kulturgewächs eingeführt ist, so vermöchte man sie von den eingeborenen Arten, den angestammten Landeskindern der Flora, nicht zu unterscheiden.

Zu diesen letzteren Gewächsen gehört neben unseren Obstbäumen, dem Oelbaum, dem Feigenbaum auch der Weinstock. Ueberall, wo seine Samen reif werden — und dies ist schon in Süddeutschland der Fall — da ist es ihm leicht gemacht, sich der menschlichen Knechtschaft zu entziehen und zu verwildern. Vögel, die sich von den Beeren nähren, tragen die unverdauten Samen in die Hecken an den Flußufern, selbst in die Wälder; dort keimen sie und erwachsen zu jungen Reben, die erst schwächlich und schüchtern sich an die Zweige des Gebüsches anklammern, bis sie mit den Jahren erstarken und dann hoch in die Baumwipfel hinaufklettern. Wo der Boden ungünstig, das Klima nicht warm genug, da verliert die verwilderte Rebe gar bald die Errungenschaften ihrer Kultur; die Trauben, die sie trägt, sind schwarz, klein und sauer; unter günstigerem Himmel jedoch bringen auch die Reben des Waldes zwar kleine, doch süße Früchte. Wir finden solche anscheinend wilde Weinreben bereits in den Waldauen des oberen Rheinthals zwischen Rastatt und Mannheim und zwischen Speier und Straßburg, auch hier und da in Württemberg — in besonderer Ueppigkeit aber im Donauthal, von Wien stromabwärts bis hinein nach Ungarn, Serbien, Bulgarien, Rumänien und Bessarabien. Neilreich und Kerner schildern uns die Vegetation dieser wilden Rebstöcke in den feuchten Wäldern der Donauinseln: wie sie in Gruppen dem Dickicht entsteigen und mit starken Armen sich in die höchsten Waldkronen aufschwingen, bald umfangreiche Lauben von Stamm zu Stamm wölben, bald über Gesträuch und geschlossene Hecken herabfallend, zu weitläufigen Laubwänden sich aufbauen. Besonders schön erscheinen diese Rebengewinde im Herbste, wenn das durch alle Farben von Goldgelb bis ins dunkle Purpurroth sich verfärbende Laubwerk gleich Feuergarben in ruhiger, stiller Größe aus dem Dunkelgrün des Eichenwaldes emporsteigt.

Nicht selten erinnert die Rebe der Donauwälder im Wuchs an die tropischen Lianen; ihre finger- bis armdicken Stämme spannen

sich tauartig auf eine Länge von 10—13 Meter zwischen dem Erdboden und den Baumkronen aus, bald straffer angezogen, bald schlaffer, schwankender, leicht bewegt vom Winde; häufig zeigen die Stämme, besonders in ihren untersten Theilen, bogenartige Verkrümmungen und schlangenartige Windungen, die, von den Tischlern geschätzt, zu allerhand barocken Möbeln verarbeitet werden. Im unterholzlosen Walde fallen die Schlangenstämme schon von Weitem auf, und man wird durch sie nicht selten erst aufmerksam gemacht auf das Vorkommen der Reben, die dem Auge entrückt, hoch oben auf den Wipfeln ihr Laubzelt ausbreiten. Die stärksten vorhandenen Stämme, wie sie sich zum Beispiel im wilden Prater bei Wien finden, besitzen die Dicke eines Mannesschenkels und sind 60—80 Jahre alt; aus vorhandenen Stumpfen läßt sich schließen, daß sie in früherer Zeit eine noch bedeutendere Dicke erreichten. Diese wilden Reben sind ganz unabhängig von den Kulturpflanzungen; sie erhalten sich in Gegenden, wo heute kein Weinbau getrieben wird, und sind als völlig eingebürgert zu betrachten; man kann es ihnen durchaus nicht ansehen, ob sie seit ewigen Zeiten hier einheimisch, oder ob sie nicht vielmehr Abkömmlinge von Deserteuren sind, die vielleicht schon zur Zeit der Römer aus den Weinbergen Pannoniens entflohen.

In ähnlicher Weise findet sich der wilde Weinstock heutzutage in allen Ländern, in denen gegenwärtig Weinbau stattfindet oder früher stattfand; in Portugal erreicht er den Rand des Atlantischen Oceans; von den Ufern des Adour bis zum Bosporus, von Marokko bis Tunis, in Anatolien wie in Syrien durchschlingt er die Hecken und Wälder längs der Küsten auf den Inseln und Halbinseln des Mittelmeeres; insbesondere in den Maremmen von Toscana wuchert er mit urwaldartiger Stärke, bildet er Stämme von mehr als Mannsschenkeldicke bis zu einem Meter Durchmesser; solche wilde Weinstöcke waren es, aus denen die Thorflügel der Kathedrale von Ravenna, wie einst die Schwellen zum

Tempel der Diana von Ephesus und die Säulen zu dem Juno-
tempel von Metapontum geschnitten wurden. Die Beeren des wilden
Weinstocks im Neapolitanischen und in der Berberei sind süß und
sollen guten Wein geben. Besonders herrlich wird die Entfaltung
der wilden Rebe in jenen Ländern geschildert, welche im Osten des
Schwarzen Meeres, am Fuße des Kaukasus sich lagern, in Mingre-
lien und Imerethien, dem alten Kolchis, der Heimath Medeas. In
der schönen Parabel im Buche der Richter weigert sich der Wein-
stock, König der Bäume zu sein: „Soll ich meinen süßen Saft
missen, der Gott und Menschen erfreut, damit ich über den Bäumen
schwebe?" Hier aber herrscht die Rebe unbestritten als Waldkönigin;
sie bildet Stämme von einem bis zwei Meter Durchmesser, greift mit
ihren Ranken in die höchsten Wipfel der Eichen, Buchen und Ka-
stanien und behängt sie mit ihren Fruchtfestons; ihre Trauben sind
so reichlich, daß der Bauer im Frühjahr nur in den Wald zu gehen
braucht, um sich die durch den Winterfrost süß gewordenen Trauben
im Ueberfluß von den Bäumen zu schütteln. In derselben Ueppig-
keit herrscht die wilde Rebe im Süden und Osten des Kaspischen
Meeres, in der Krim, in den Wäldern von Masenderan, Gilan,
Dagestan, Turkestan, Armenien bis nach Persien und Kabul.

Es läßt sich heute nicht mehr entscheiden, in welchen von
diesen Ländern der Weinstock ursprünglich aus der Schöpferhand
der Natur hervorgegangen, und wohin er erst in späterer Zeit
durch die Menschen verpflanzt, dann nachträglich verwildert und
durch die Vögel weiter verbreitet worden ist. Als im Jahre
1773 der berühmte Naturforscher Pallas, von Rußland kommend,
in den Wäldern am Fuße des Kaukasus zuerst wilde Reben
erblickte, gab er, von dem überraschenden Anblick ergriffen, eine
solche Schilderung von ihrer Herrlichkeit, daß man seitdem ge-
wöhnlich dort die Urheimath des Weinstocks sucht; es läßt sich je-
doch keine naturgeschichtliche Thatsache dafür angeben, weshalb
gerade in diesem Gebiete eher, als in irgend einem anderen zwischen

den Säulen des Herkules und den Pforten des indischen Kaukasus die Geburtsstätte der Rebe anzunehmen sei. Wägen wir alle Gründe ab, so mag man es für wahrscheinlich halten, daß die Urheimath des Weinstocks in den Ländern zwischen Kaukasus und Hindukusch zu suchen ist, einem Gebiete, das wir auch als den Ausgangspunkt des kaukasischen Menschenstammes anzusehen pflegen. Möglich aber auch, daß an mehreren Punkten des Mittelmeergebiets und der unteren Donauländer die Rebe bereits als autochthones Gewächs eingesessen war, bevor dort noch an eine Pflege derselben in Gärten und an ihre Verwendung zu Wein gedacht war, ja daß vielleicht in diesem ganzen Gebiete die Rebe mit schwarzen, kleinbeerigen Trauben ursprünglich wild wächst.[28]) Mit der Geschichte des Weinbaus indeß hat dies nichts zu thun; denn die zur Bereitung des Weins benutzten edlen Spielarten des Weinstocks sind nicht unmittelbar aus dem benachbarten Walde geholt und in die Gärten versetzt worden, sondern sie haben sich ohne Zweifel erst unter der Pflege des Menschen durch Anpassung an verschiedene Kulturbedingungen entwickelt und sind durch den Völkerverkehr von Land zu Land verbreitet worden; sie werden auch nur durch den Menschen erhalten, da sie ja nicht durch Samen, sondern ausschließlich durch Setzlinge und Pfropfreiser vermehrt werden. Im Osten des Mittelmeers, in den Ionischen Inseln, an den Gestaden längs des Bosporus und der Korinthischen Meeresbucht, hat der Weinstock sogar die Fähigkeit verloren, Samen auszubilden; er erzeugt hier die würzigsten, süßesten Beeren, aber sie enthalten keine Kerne; ein unvergleichliches Labsal für den Orientreisenden, gelangen sie zu uns nur in getrockneter Gestalt als Sultansrosinen und Korinthen.

XII.

In welchem Lande, von welchem Volke, zu welcher Zeit zuerst der Versuch gemacht worden ist, den wilden Weinstock aus dem Walde zu holen, ihn in den Garten zu verpflanzen, durch ver-

ständige Erziehung zu veredeln, dann seinen Saft auszupressen, die Gährung abzuwarten und den jungen Wein in thönernem Kruge oder im ausgepichten Lederschlauche aufzubewahren — darüber schweigt die Geschichte. Die ältesten Schriftdenkmäler der Juden und der Griechen, die biblischen Schriften und die Gesänge des Homeros und des Hesiodos, die freilich noch kein Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung zurückreichen, kennen den Weinbau bereits als einen allgemein verbreiteten landwirthschaftlichen oder gärtnerischen Betrieb, gleich dem des Getreides; den Weingenuß betrachten sie als ein selbstverständliches Lebensbedürfniß, gleich dem des Brotes und des Fleisches; seine Einführung versetzen sie in die mythische Vorzeit. Bei weitem älter und durch genaue Zeitbestimmung besonders werthvoll sind die Zeugnisse für die Weinkultur in Aegypten; sie führen uns bis in die frühesten Zeiten der Pharaonen, die mehr als fünf Jahrtausende hinter uns zurückliegen, als Memphis blühte und die Pyramiden errichtet wurden; der Weinbau steht noch in voller Uebung, als zwei Jahrtausende später die Ramsesdynastie die Wunderbauten von Theben schuf.[29])

In lebensvollen, farbenfrischen Bildern wird uns an den Wänden der Gräber und Tempel die ganze Geschichte des Weins vorgeführt; in gewölbten Lauben oder an langen Spalieren, gestützt auf bunt bemalte Säulchen, reifen die dunkelblauen Trauben; wir sehen, wie sie von fleißigen Winzern gelesen, in Körbe geschüttet und gekeltert werden, wie der Wein filtrirt, eingekocht, in weithalsige, große, bunte Amphoren abgefüllt, verspundet, versiegelt und etiquettirt wird, um dann in Tausenden von Weinkrügen auf Holzgestellen in schattigen Magazinen aufbewahrt zu werden; wir erfahren, daß in jener Urzeit bereits rother und weißer Wein in zahlreichen besseren und geringeren Sorten unterschieden, daß derselbe als Trankopfer den Göttern dargebracht, aber auch von Vornehm und Gering, und nicht immer mit Maßen getrunken wird; wir erkennen aus dem Plan einer altägyptischen Villa aus der Zeit des

jüdischen Exodus, daß in der Mitte der Anlage ein viereckiger rings ummauerter Weingarten in sechs Abtheilungen sich befand, der von einer Pergola der Länge nach durchzogen ist.[30])

Wenn wir nun auch in Aegypten die voll entwickelte Blüthe des Weinbaus bis in eine ferne Vergangenheit zurückverfolgen können, wo in der übrigen Welt höchstens prähistorische Spuren einer rohen Kulturstufe zu bemerken sind, so können wir gleichwohl doch nicht annehmen, daß Weinbau und Weinbereitung dort ihren Ursprung gehabt haben. Denn es ist durchaus unwahrscheinlich, daß der Weinstock in Aegypten einheimisch sei; er muß von auswärts eingeführt sein; der weiße Volksstamm, der vor aller Geschichte aus Asien in das Nilthal einwanderte, muß die Reben, gleich den Getreidearten und den Hausthieren, schon aus seiner Heimath mitgebracht oder erst später empfangen haben. Ob dieses Urvolk, von dem die Aegypter selbst die Fundamente ihrer Kultur entlehnt haben, dem indogermanischen, dem semitischen oder einem dritten (turanischen, sumerischen) Stamme angehört, in welchem Theile von Vorderasien dasselbe seinen Wohnsitz gehabt hat, der auch das Vaterland des edlen Weinstocks und seiner Pflege gewesen sein muß, das zu entscheiden, müssen wir den Untersuchungen der Ethnographen und vergleichenden Sprachforscher überlassen; bis jetzt sind sie zu keiner überzeugenden Entscheidung gelangt.[31])

XIII.

Die Geschichte läßt erkennen, daß von diesem Ausgangspunkte die zahme Rebe nach Osten erst allmählich weiter vorgedrungen ist, indem sie den Oasen folgte, welche die Wüsten auf den centralen Hochlanden zwischen dem russischen und dem chinesischen Reiche unterbrechen. Erst im Jahre 126 v. Chr. ist die Rebe über Kotan, Kaschgar, Turfan und Hami nach China gekommen, und der Kaiser Kangi, der sie zuerst hier einführte, rühmt von sich selbst, er habe

sich dadurch um sein Vaterland ein größeres Verdienst erworben, als wenn er 100 Porzellanthürme erbaut hätte; zum Volksgetränk ist der Wein jedoch weder in China noch in Japan geworden.

Von weit größerer kulturhistorischer Bedeutung sind die Wanderungen der edlen Rebe gegen Westen gewesen. Wilhelm Kaulbach hat in dem Wandgemälde „der Thurmbau zu Babel", welches das Treppenhaus des Neuen Museums in Berlin schmückt, die Zerstreuung der Stämme aus ihrer Urheimath versinnlicht. Während die afrikanische Race, in barbarische Stumpfheit versunken, gegen Süden wandert, die indoeuropäischen Völker in naturwüchsiger Wildheit hinausstürmen, hat der Stamm der Semiten bereits die Keime höherer Civilisation entfaltet und führt in frommem Gottvertrauen die Stützen seiner Kultur, das Rind und die Weizenähre, nach seinen neuen Wohnstätten; eins der Kinder hat ein paar Trauben mitgenommen.

Was wir hier im Bilde erblicken, ist die Symbolisirung eines geschichtlichen Vorganges. Der semitische Volksstamm war es, dem wir, wenn auch nicht die erste Einführung der Rebe in die Reihe der Kulturpflanzen, so doch die früheste Uebernahme seiner Pflege und seine Verbreitung nach dem Westen verdanken. Die semitischen Staaten von Babylonien und Assyrien stehen im Alter ihrer Kultur dem Pharaonenreiche nicht nach; war auch das Klima von Mesopotamien für den Weinbau ungeeignet, so war doch der Genuß des Rebensaftes den Babyloniern schon in den ältesten Zeiten, mindestens seit dem dritten vorchristlichen Jahrtausend, wohlbekannt; in Assyrien und den Nachbarländern wurde die Rebe gebaut und fand sich auch wild in den Gebirgen.[32]) Als die Juden die Eroberung von Kanaan begannen, fanden sie den Weinbau bereits vor; Wein blieb das Haupterzeugniß ihres Landes; in den historischen und poetischen Schriften oftmals verherrlicht, erhielt er auch hier durch die Verwendung beim Gottesdienst eine religiöse Weihe.[33]) Die Weine Palästinas galten noch im fünften Jahrhundert als die

edelsten und stärksten, und noch heute hat Syrien seinen alten Ruhm als Weinland nicht völlig eingebüßt.

Während die Morgenröthe edlerer Bildung schon längst den Orient erleuchtet, lagert über Europa noch die Nacht der Barbarei. Das seebefahrende Schwestervolk der Juden, die Phönizier, übernahmen die Aufgabe, die Kultur nach dem Westen zu bringen; indem sie ihm zu Lande und zu Schiff die Erzeugnisse eigener und fremder Industrie zuführten, exportirten sie als vielbegehrtes Tauschmittel auch den Wein; in den Niederlassungen, die sie längs des ganzen Mittelmeeres bis zum Ocean hinaus gründeten, pflanzten sie auch den Weinstock an. Sie brachten denselben nach dem Norden von Afrika, wo sie in Karthago ein neues, mächtigeres Tyrus gründeten; sie führten ihn ohne Zweifel auch ein in den benachbarten Inseln des Aegeischen Meeres, Cypern, Kreta, Naxos, Chios, Lesbos und nach den kleinen Eilanden, welche die Brücke von Asien nach Hellas hinüberspannen. Den Boden von Hellas betrat die Rebe schon in vorgeschichtlicher Zeit, so daß die Griechen selbst die Einführung des Weinbaus von einem Gott empfangen zu haben glaubten. In Griechenland und den an die beiden Ufer des Bosporus, des Hellesponts und des Aegeischen Meeres angrenzenden Ländern verwandten Stammes, in Kleinasien und dem gegenüberliegenden Thracien, in Makedonien und Thessalien fand die Rebe bald eine zweite Heimath, wo sie in sorgfältiger Kultur die edelsten Weine erzeugte; ja manche Spur weist darauf hin, daß, wenn nicht der Weinbau selbst, so doch die religiöse Weihe desselben, der Dionysosdienst, aus dem thracischen Nordosten nach Griechenland vorgedrungen sei. Noch heutzutage erzeugt der Boden des alten Thracien Trauben von unvergleichlicher Größe und Süße, und vielleicht kehrt auch noch einmal die Zeit zurück, wo man die Kunst wieder erlernen wird, aus ihnen Wein zu pressen, wie den von Ismaros, den Homeros „ein Göttergeschenk nennt, in dem der Saft von Nektar und Ambrosia strömt“.[34])

Mit dem lebensfreudigen, liebenswürdigen, poetischen Nationalcharakter des hellenischen Volkes harmonirte der geistige Trank, der Anregung, Fröhlichkeit, Geselligkeit verbreitet; das Maß veredelte den Genuß; der Grieche trank den Wein erst, nachdem er ihn im ehernen Mischgefäß mit dem Doppelten und Dreifachen des Wassers verdünnt hatte; der Wein verflocht sich so innig mit allen Beziehungen des häuslichen, öffentlichen und religiösen Lebens, daß wir ihn gewissermaßen als einen Repräsentanten hellenischer Kultur betrachten können.[35])

Von Hellas strahlte die Kultur weiter nach Westen aus; zunächst in Sicilien und im Süden von Italien entstand ein zweites, größeres Griechenland, in dem auch die hellenische Rebe sich ansiedelte; hier gedieh sie so üppig, daß bereits Sophokles Unteritalien das Lieblingsland des Bacchos nennen konnte; der Faro, der Marsala und der goldene Syrakuser von Sicilien, der Lacrimae Christi und der vino greco von Kalabrien und Kampanien sind noch heute ihrer edlen Abstammung nicht unwürdig; auch längs der Adria wurde von Phöniziern und Griechen die Rebe bis in den innersten Winkel des Quarnero heimisch gemacht. Allmählich verbreitete sich der Weinbau auch über Mittelitalien; doch war noch zur Zeit des ersten Königs der Wein in Rom so selten, daß man statt seiner Milch zum Opfer benutzte; aber bereits die Gesetze Numas verordneten, daß man nur Wein von beschnittenen Reben den Göttern opfern dürfe. Erst nach den punischen Kriegen wurde der Weinbau in ganz Italien allgemein; der alte Censor Cato († 154 v. Chr.), einer der ersten landwirthschaftlichen Schriftsteller des alten Rom, dem schon Horatius nachsagte, „daß er seine Tugend oft am Weine angewärmt habe“, hat sich auch um die Pflege des Weinstocks verdient gemacht, die er für die einträglichste Bodennutzung erklärte. Edle Reben wurden aus Griechenland und Asien eingeführt, die Kulturmethoden verbessert; man lernte den Wein haltbar machen; zu Plinius' Zeiten nahm Italien den ersten Rang unter den Wein=

ländern ein. Bei dem materiellen Sinne der Römer steigerte sich der Weingenuß gern zum Unmaß; man trank ungemischten Wein, man kühlte ihn mit Eis, man versetzte ihn mit Gewürzen; die kostbarsten, ausländischen Sorten wurden importirt; schon Cäsar setzte bei seinen Triumphen den Tischgästen viererlei Weine vor: Falerner, Chier, Lesbier und Mamertiner.[36]) Von den einheimischen Weinen stellte man uralte Jahrgänge auf den Tisch: die meisten Weine wurden vor dem achten bis zehnten Jahre gar nicht getrunken; ihr Preis stieg bis zum zwanzigsten und nahm dann nicht weiter zu; wenn schon Horatius einen Freund zu einem Kruge Massiker einlud, der so alt war, wie er selber, so trank der Kaiser Caligula noch von dem besten Jahrgang, den Italien überhaupt gehabt hat, vom Jahre 121 v. Chr.[37]) Es ist charakteristisch, daß in demselben Verhältniß, wie Italien von seiner politischen und kulturgeschichtlichen Größe herabsank, auch seine Weine schlechter wurden; dasselbe Land, welches einst seine Tafeln mit 200jährigem Wein schmückte, vermochte bis in die neueste Zeit den Ueberfluß seiner Weine nicht auszuführen, weil derselbe sich kaum ein Jahr in den langhalsigen Flaschen hielt, die man, um die Einwirkung der Luft zu verhindern, mit Oel abzusperren pflegte. Mit der politischen Wiedergeburt Italiens hat auch sein Wein sich wieder veredelt und beginnt bereits wieder, nicht bloß unter französischer Etiquette als Verschnittwein, sondern auch unter eigenem Titel in den Kellern des Nordens heimisch zu werden. Haben doch in unseren Tagen auch die griechischen Weine, die ihre klassischen Namen heute mit Stolz wieder führen, ihren Weg zu den nordischen Barbaren gefunden!

XIV.

Während Italien vom Kap Spartivento bis zum Lago maggiore schon mit Rebenpflanzungen bedeckt war, begnügte Portugal und Spanien sich mit schlechtem Bier und den griechischen und syrischen

Weinen, welche die Phönizier aus ihren Kolonien zu Gades und Tartessus für hohe Preise abließen; erst später scheinen römische Niederlassungen den Weinstock auch auf der Pyrenäenhalbinsel angesiedelt zu haben. An die Südküste von Frankreich hatten schon im sechsten vorchristlichen Jahrhundert phokäische Männer die Rebe gebracht, als sie, aus ihrer griechischen Heimath vertrieben, das schöne Massalia, das heutige Marseille, gründeten; aber von hier war der Weinbau nur eine kleine Strecke im Rhonethale vorgedrungen. In Gallien hauste ein wildes Geschlecht von keltischer Zunge und barbarischer Sitte. Allmählich drang auch in die düsteren Eichenwälder das Gerücht von den Herrlichkeiten des Südens, vor Allem von seinem süßen Tranke, dessen Genuß paradiesische Seligkeit hervorzuzaubern vermöge. Die römischen Geschichtsschreiber berichten die Sage von einem gallischen Schmiede, der im vierten Jahrhundert v. Chr. in Rom gearbeitet; als dieser in seine Heimath zurückgekehrt, habe er seinen Landsleuten erzählt von dem Wunderlande jenseits der Alpen und die köstlichsten Erzeugnisse desselben, Feigen und Oel, Trauben und Wein ihnen vorgezeigt; da sei in dem ganzen Volke eine unwiderstehliche Sehnsucht erwacht, das Land kennen zu lernen, das solche Früchte hervorbringe; sie seien unter ihrem Könige Brennus ausgewandert, und als sie die schneebedeckten Alpenpässe überschritten und die blauen Seen, die lachenden Ebenen Italiens erblickten, das hier vor dem Scheiden noch einmal seine schönsten Reize zusammenfaßt, da hätten sie beschlossen, nicht mehr zurückzukehren nach dem rauhen Norden; nachdem sie Rom erobert und verbrannt, hätten sie sich in Oberitalien niedergelassen, das von da den Namen des Gallien diesseits der Alpen erhielt. Durch Zusendung von Wein lockte 700 Jahre später Narses, der Feldherr des byzantinischen Kaisers Justinian, die germanischen Völkerstämme der Longobarden über die Alpen, die dann im cisalpinischen Gallien sich eine neue Heimath gegründet und dem Lande den Namen der Lombardei hinterlassen haben. Durch die langen

Strömungen der Völkerwanderung wirkte der Wein als Magnet, der die Horden des Nordens zu den Sitzen der Kultur hinabzog; die römischen Kaiser mußten durch strenge Gesetze das Verkaufen des Weines an die Barbaren verbieten, damit in ihnen jene unwiderstehliche Sehnsucht nach dem Süden nicht geweckt werde, die noch während des ganzen Mittelalters durch die Geschichte des deutschen Kaiserreichs so verhängnißvoll sich zieht.

Erst als Cäsar Gallien zur römischen Provinz gemacht, und mit seinen Legionen auch römische Kultur sich daselbst niedergelassen hatte, breitete sich auch der Weinstock aus und siedelte sich zunächst in der Provence an; schon ein Jahrhundert später hatten die Weine von Bordeaux, Vienne, Narbonne selbst in Italien sich Ruf erworben.[38]) Um sich das Monopol für Wein und Oel zu bewahren, wurde von dem römischen Senat ein Verbot erlassen, in der Provinz jenseits der Alpen Reben und Oelbäume zu pflanzen; gleichwohl drang die Weinrebe vom Süden Galliens aus rasch weiter nach Norden und Osten bis zur Seine und mochte wohl schon in den ersten Jahrhunderten n. Chr., als an die römischen Kastelle und Militärstationen sich friedliche Ansiedelungen anschlossen, das linke Rheinufer erreichen, welches ja von Koblenz abwärts bis zum vierten Jahrhundert die Grenze des römischen Reiches bildete. Zwar versuchte der Tyrann Domitianus den weiteren Fortschritten des Weinbaus Stillstand zu gebieten; auf Veranlassung einer Hungersnoth, die mit einem guten Weinjahr zusammenfiel, befahl er, die Weinberge in den Provinzen zur Hälfte auszuroden, angeblich wegen der Befürchtung, daß der Weinbau dem Ackerbau Eintrag thun würde; in Wahrheit leitete ihn wohl der Wunsch, dem Mutterlande das Monopol des Weinhandels zu bewahren. Doch ließ sich das Edikt nicht durchführen; im Jahre 280 hob Kaiser Probus es wieder auf; dieser Fürst, ein geborener Ungar, war ein großer Gönner des Weinbaus; er gestattete nicht nur den Spaniern, Galliern, Pannoniern, sondern selbst den Britannen den Anbau des

Weinstocks und war persönlich thätig, die Reben in seinem Vaterlande Syrmien, dem Grenzdistrikt zwischen Bosnien, Serbien und Slavonien anzupflanzen; er selbst fiel als Märtyrer des Weinbaus, da seine Soldaten, aufgebracht über die ungewohnten Frohnarbeiten, die er ihnen bei Anlegung der neuen Weinberge zumuthete, ihn in seinen Rebenpflanzungen erschlugen; doch haben ihm, trotz seiner kurzen Regierungszeit seine menschenfreundlichen Verdienste um den Mosel-, Bordeaux-, Burgunder-, Sherry-, Malaga- und Ungarwein ein dankbares Andenken bei der Nachwelt gesichert.

Als unter der weisen Herrschaft der Römer ganz Frankreich und Süddeutschland von der Donau bis zum Rhein und der Lahn in einen blühenden Garten verwandelt und mit reichen Städten und geschmackvollen Villen übersät waren, in denen Kunst und Wissenschaften blühten, da erhoben sich allerorts zwischen den Getreidefeldern und Obstgärten auch die Weinberge. Daß an der Mosel schon gegen Ende des zweiten Jahrhunderts Weinbau und Weinhandel blühten und wie heute einen Haupterwerb der Einwohner ausmachten, beweisen die Marmorskulpturen, die, ursprünglich an den Grabmonumenten reicher römischer Weinhändler angebracht, zu Neumagen, dem alten Novomagus, nicht weit von Trier, ausgegraben wurden; wir sehen die Winzerinnen mit wallenden Schleiern bei der Weinlese tanzen, mächtige Trauben in der erhobenen Rechten; hier sind Arbeiter unter Aufsicht eines Handlungsdieners damit beschäftigt, thönerne Weinkrüge mit Strohgeflecht zu umwinden; dort werden Weinfässer zu Wagen fernen Kunden zugeführt; drei lange Boote, von bärtigen Ruderknechten in Bewegung gesetzt, sind bis zum Bord mit Weingebinden beladen, die von Reifen zusammengehalten, das Spundloch nach oben, in einer Reihe neben einander lagern; der Steuermann, der neben einem Fasse sitzt, scheint berauscht zu sein. Ums Jahr 370 giebt Decius Ausonius von Bordeaux, ein spätlateinischer Dichter, der durch die Innigkeit seines Naturgefühls und seine Landschaftsmalerei uns ganz modern an-

muthet, eine Schilderung der Moselufer, als sei sie auf den heutigen Tag gemacht:

„Siehe, das hohe Gebirg' in langem Zug auf der Steinwand,
Felsen und sonnige Höhn, die Krümmungen und die Buchten
Prangen, mit Reben bepflanzt, ein natürliches Amphitheater ...
Fröhlich schafft bei der Arbeit das Volk; die rüstigen Pflanzer
Sieht man bald auf der Höhe des Bergs, bald auf niedrigem Abhang,
Um die Wette jauchzend mit tollem Geschrei; doch der Wandrer,
Welcher am Ufer geht, und der Schiffer, welcher im Strom fährt,
Singen den säumigen Winzern ein Spottlied; ihnen zurückhallt
Fels und der rauschende Wald und des Stroms gebogene Thalschlucht ..."

Und wie lieblich malt uns der Dichter einen Abend an der Mosel:

„Welche Färbung glänzt in der Fluth, wenn dämmernde Schatten
Hesperus bringt und das grüne Gebirg' in der Mosel sich spiegelt!
Kräuselnd schwimmen die Hügel im Strom, es zittern die Ranken
In der krystallenen Fluth, wo die schwellende Traube sich abmalt;
Sanft hingleitend erblickt in lieblicher Täuschung der Schiffer
Reben im Strom, wenn leise der Kahn auf der silbernen Fläche
Treibt, wo des Hügels Bild sich mit dem Flusse vermählt hat,
Und wo die Welle vereint die nah sich begrenzenden Schatten."[39])

Als die Fluthen der Völkerwanderung sich über Europa ergossen, wurden die Schöpfungen griechisch-römischer Kultur von dem Vandalismus roher Horden mit Vernichtung bedroht. Aber schon hatten die Barbaren die Keime einer neuen Civilisation in sich aufgenommen, welche, wenn auch nur langsam und erst nach Jahrhunderten, wieder zur vollen Blüthe sich entfalteten. Das Christenthum, indem es die Errungenschaften des jüdischen und hellenischen Geisteslebens in sich bewahrte, übernahm es auch, die Naturvölker zu civilisiren, die sich auf den Stätten der zerstörten Kultur niedergelassen; und da dasselbe den Wein unter seine geheiligten Mysterien aufgenommen hatte, so nahm es auch den Weinbau unter seinen Schutz und breitete denselben über neue Gebiete aus. Kaum hatten die Franken sich auf dem galloromischen Boden

ansässig gemacht, so traten sie auch sofort die Erbschaft der von ihnen unterjochten antiken Kultur an, deren Sprache sie ja auch bald sich aneigneten; als der aus Treviso gebürtige Dichter Venantius Fortunatus 200 Jahre nach Ausonius ums Jahr 580 das Moselthal bereiste, fand er zwar die Villen zerstört und das kaiserliche Trier in Trümmern liegend:

„Zwischen den rauchenden Dächern der Villen längs der Gestade
Kam ich dahin, wo die Saar ihre Gewässer ergießt,
Kam nach Trier sodann, wo verödet die ragenden Mauern
Jener Stadt, vordem Edeler edelstes Haupt;
Fuhr auf dem Strom vorbei an den alten Giebeln des Rathhaus,
Wo die Ruine noch Spuren der Herrlichkeit zeigt."

Aber die Weinberge der Mosel blühen, als sei nichts verändert:

„Ringsum schaust du das steile Gebirg' mit ragenden Gipfeln,
Wo sich zackig erhebt, Wolken durchbohrend, der Fels;
Aber das starre Gestein entbehret hier nicht der Früchte:
Hier auch kreiset der Berg, siehe da fließet der Wein!
Grünende Rebenpflanzung bekleidet ringsum die Hügel.
Und in der wehenden Luft schaukelt die Ranke ihr Laub;
Fest an die Pfähle gebannt, stehn dicht in Reihen die Stöcke,
Zwischen dem grauen Fels röthet die Traube sich hold;
Bis zum kahlen Scheitel umwächst der Rebe Gelock ihn,
Und um das dürre Gestein legt sich das schattige Grün;
Hoch von dem Felsen pflückt die farbigen Trauben der Winzer;
Und an dem hangenden Riff hängt bei der Lese er selbst."

Sogar neue Weinberge werden angelegt. Derselbe Bischof Nicetius († 566), der den zerstörten Dom von Trier wieder aufbaut, der

„Alte Gottestempel in früherer Herrlichkeit herstellt",

errichtet auf dem Gipfel eines vordem bewaldeten Berges nicht weit von Koblenz eine Burg mit 30 Thürmen, deren Halle von Marmorsäulen getragen ist, während die Kapelle im Thurm sich befindet:

„Wo sonst wildes Gesträuch, grünt wohlgepflegt jetzt der Weinberg,
Aepfelbäume steigen empor in zierlicher Pflanzung,
Und den Garten schmücket die Pracht der duftigen Blumen."

XV.

Gründlicher als auf dem Boden der gallischen und belgischen Provinzen wurde im eigentlichen Germanien mit den Resten römischer Kultur aufgeräumt; aber schon unter den Merovingern wurden die deutschen Weinberge wiederhergestellt. Um diese Zeit, wo das Reich der Frankenkönige von der Garonne bis zur Elbe reichte, mag die Rebe auch den Rhein überschritten haben, dessen rechtes Ufer während der Römerherrschaft noch der ursprünglichen Wildheit überlassen war; von daher datiren die Anfänge des Weinbaus im Rheingau. Karl der Große gab in seinen Kapitularen Vorschriften über Behandlung der Weinberge und des Weins;[40]) die großen sächsischen Kaiser verbreiteten die Rebe weiter nach Osten; die frommen Apostel der Deutschen waren Missionare der Weinkultur; der heilige Gallus wird in der Schweiz, der heilige Urbanus in Schwaben als Vater des Weinbaus verehrt. Gegen Ende des elften Jahrhunderts bepflanzten Benediktinermönche den Johannisberg; 1073 brachte der heilige Benno die Reben nach Meißen, 1128 Bischof Otto von Bamberg nach Pommern; Markgraf Albrecht der Bär siedelte 1150 rheinische Winzer in der Mark Brandenburg an;[41]) unter der heiligen Hedwig besetzten Cisterzienser 1203 in Schlesien die Trebnitzer Hügel mit Reben. Noch lange Zeit behauptete der Klosterwein, Vinum theologicum, den vornehmsten Rang.

Seit dem Mittelalter hat sich das von den Reben in Anspruch genommene Gebiet verkleinert. Vormals blühende Weinländer im Osten und Süden des Mittelmeeres haben, dem Weinverbote des Koran gehorsam, den Anbau der Rebe aufgegeben oder doch äußerst eingeschränkt;[42]) auch im Norden hat sie sich überall zurückgezogen. Im Mittelalter waren die Normandie, die Bretagne und Südengland Weinländer; die Picardie versorgte die Tafel des Königs Philipp August mit Wein, das Thal von Gloucester war ein großer Weingarten; heute wird in diesen Ländern kein Tropfen Wein mehr ge-

wonnen. Derselben Erscheinung begegnen wir in Deutschland. Westphalen, Thüringen und Sachsen, selbst Schleswig-Holstein, Pommern, Brandenburg und die Lausitz trieben einst Handel mit ihren Weinen, und als die deutschen Ordensritter aus Süddeutschland nach Preußen zogen, pflanzten sie Weinberge an den Ufern der Weichsel bei Thorn und Kulm, ja bis Königsberg und Tilsit, und gewannen ein Getränk, das im Rathhauskeller von Lübeck lagerte; der Hochmeister durfte es wagen, sein Eigengewächs den Königen von England und Polen als Präsent zu schicken. Heute machen diese Provinzen nicht mehr Anspruch darauf, zu den Weinländern zu zählen. Man hat hieraus schließen wollen, daß sich das Klima in jenen Gegenden verschlechtert habe;[43]) doch wurden vermuthlich damals selbst in besonders guten Jahrgängen die Trauben nur nothreif, und zu anderer Zeit begnügte man sich, den vaterländischen Rebensaft durch Zusatz von Gewürz und Verschneiden trinkbar zu machen. Die Schwierigkeiten des Landtransportes auf den schlechten, unsicheren, mit Zöllen überlasteten Wegen machten damals die besseren Weine aus der Ferne unerreichbar; daher waren die nordischen Weinberge trotz ihrer geringen Erzeugnisse oft einträglicher, als die besten Lagen des Südens, wo der Wein, wie im alten Ravenna, zu Zeiten billiger war als das Wasser, und wo man den Mörtel mit Wein anmachte, wenn es an Wasser fehlte. Heute denkt Niemand daran, mit großer Mühe und unsicherem Ertrag ein ungenießbares Produkt zu erziehen, wo man von auswärts besseren Wein weit billiger haben kann.[44]) Auch dürfen wir uns die Zungen der alten Ritter und Klosterleute nicht allzu fein denken; es giebt keine bezeichnendere Charakteristik für das derbe, unverwöhnte Geschlecht, das damals in den Burgen von Preußen und in der Mark hauste, als daß sie den Wein trinken konnten, den sie auf ihren eigenen Gütern gezogen hatten.

Ein neues Gebiet hat sich der Weinstock seit dem Mittelalter nur in den Kanarischen Inseln und auf Madeira erworben, wohin Heinrich der Seefahrer im Jahre 1421 Malvasierreben aus Griechen-

land verpflanzte, sowie am Kap der guten Hoffnung, wo französische Winzer, welche die Aufhebung des Ediktes von Nantes vertrieben, durch Fleiß und Ausdauer die berühmten Constantiaweine zu erzeugen wußten; an beiden Orten haben sich die eingeführten Reben zu eigenthümlichen Varietäten umgebildet, die sich bereits wieder in eine Anzahl Sorten gespalten haben. Auch in Rußland verordnete Zar Peter die Einführung des Weinbaus in elf Gouvernements und betheiligte sich mit seiner schneidigen Energie persönlich an der Anlage der neuen Weinberge; obwohl die Natur in einigen dieser Gouvernements sich den Befehlen des Zars nicht fügen mochte, so ist es doch seinen Bestrebungen zu verdanken, daß das südliche Rußland und insbesondere die Krim jetzt bedeutende Quantitäten Weines erzeugt; aus der Krim und vom Kaukasus wird Wein sogar bereits ins Ausland ausgeführt.[45]) Auch in Australien beginnt in neuester Zeit der Weinbau aufzublühen. Ueber die Schicksale der Weinkultur in Amerika haben wir schon oben gesprochen.

XVI.

Von kulturhistorischem Interesse ist die Thatsache, daß, gleichwie Staaten und Völker, so auch der Ruhm der Weine der Vergänglichkeit und dem Wechsel unterworfen ist. Längst sind die klassischen Sorten der alten Griechen und Römer verschollen; vergeblich suchen wir auf den heutigen Weinkarten den pramnischen Wein von Smyrna und den maronischen aus Thracien, die einst Homeros besungen, oder die kampanischen Sorten, den schweren Cäcuber und den goldgelben Massiker, die einst Horatius zu seinen liebenswürdigen Oden begeisterten; sie waren schon 100 Jahre später wieder verdrängt, und andere Weine, in der Regel das Lieblingsgetränk des herrschenden Kaisers, in die Mode gekommen, die inzwischen ebenfalls längst wieder vergessen sind. „Denn alles in der Welt," bemerkt hierzu der weise Plinius, „hat seine Zeit, kommt in die Mode und wieder aus der Mode." Alle heute berühmten Weinmarken, die

deutschen wie die französischen, sind modernen Ursprungs und reichen nicht über das siebzehnte Jahrhundert hinaus. Im Mittelalter galt der Wein aus dem syrischen Geza, später der Malvasier von Cypern als König der Weine; nächst ihm kam der deutsche Rheinwein; die Ausfuhr vom Rhein, begünstigt durch den leichten Fluß- und Seetransport, war größer als die von Frankreich. Wenn heutzutage gewiß auch nur Wenige der Ansicht Friedrichs des Großen beistimmen, wonach der Rheinwein die Kehle zusammenschnürt und einen Vorgeschmack des Hängens (avant-goût de la pendaison) giebt, so ist doch die Sitte, dem Gaste jedesmal die Wahl zwischen deutschem weißen und französischem Rothwein zu lassen, auf das Vaterland beschränkt. In England sind jetzt die schweren spanischen Weine besonders beliebt, wie im Allgemeinen zwar der Süden die feurigsten Sorten erzeugt, der Norden aber sie trinkt; in ganz Südeuropa, auch in Frankreich, wird der Wein mit vielem Wasser verdünnt, während man dem zur Ausfuhr nach England bestimmten zehn und mehr Prozent Alkohol zusetzt. Von den französischen Weinen kämpften Champagner und Burgunder bereits im Mittelalter um die Palme; im Jahre 1652 entspann sich sogar ein förmlicher Weinkrieg zwischen den Städten Rheims und Beaune, der wenig Blut, aber eine Unmasse Tinte und Papier kostete und viele gelehrte Disputationen und Streitschriften veranlaßte. Indessen war selbst der Champagner, den noch Louis XIV. bei seiner Krönung in Rheims kennen und schätzen lernte, ein feiner, duftiger, aber stiller „non mousseux“; erst gegen Ende des siebzehnten Jahrhunderts erfand der Pater Kellermeister der Benediktinerabtei St. Maur bei Epernay, Dom Perignon, die Kunst, denselben in den schäumenden Nektar umzuwandeln, der frischer und schneller wie jeder andere Wein die Geister zu fröhlicher Geselligkeit stimmt. Im Laufe des achtzehnten Jahrhunderts eroberte der perlende Champagner sich die Weltherrschaft, die er bis zum heutigen Tage sich erhalten hat; doch seitdem ein Apotheker in Châlons sur Marne

1836 die Erfindung machte, auch Weine, die nicht auf den Kalkhügeln der Champagne gewachsen sind, durch Zusatz von Zucker und Liqueur moussiren zu machen, sind diesen auf dem Weltmarkt die Schaumweine aus anderen französischen Departements, ganz besonders aber die in Deutschland und Oesterreich erzeugten als nicht unebenbürtige Konkurrenten an die Seite getreten. Die Weine von Bordeaux waren zwar schon zu den Zeiten der Römer gepriesen; aber erst seit 150 Jahren haben die weinberühmten Ortschaften der Gironde es dahin gebracht, daß ihre Erzeugnisse als Theilnehmer zu jeder festlichen Tafel berufen werden; zuerst geschah dies als politische Demonstration zu Ehren des Marschalls Richelieu; dieser hatte, als ihn die Marquise von Pompadour nach Bordeaux verwiesen, dort die Weine des Landes auf seine Tafel gebracht und verschaffte ihnen bei seiner späteren Rückkehr nach Paris auch in der Metropole des feinen Geschmackes und somit in der ganzen Welt den Eingang. Von den Tischweinen freilich, die nach dem Ausspruch eines großen Staatsmannes unter dem Pseudonym „Bordeaux" das Nationalgetränk der Deutschen geworden sind, ist nur der allerkleinste Theil an den Ufern der Garonne gewachsen; aber die echten Schloßabzüge der vier „großen Weine (premiers crûs)": Chateau Lafitte, Chateau Latour, Chateau Margaux und Chateau Haut-Brion, nebst dem Chateau d'Yquem Lur Saluces, dem „König der Weißweine", gelten dem gebildeten Geschmack der Kenner noch immer als die edelsten aller Weine; nur die Hochgewächse des Rheingaus dürfen sich ihnen an die Seite stellen. Der Tokayer ist erst seit 1650 aus seiner Verborgenheit getaucht, um alsbald siegreich als vornehmster Magnat unter den Dessertweinen anerkannt zu werden.

XVII.

Aber wenn auch die Achtung, in der die einzelnen Weinsorten stehen, im Laufe der Zeiten gewechselt hat, das Ansehen des Weines ist sich immer gleich geblieben. Noch heute wie seit fünf Jahr-

tausenden ist der Wein der Freund und Gesellschafter des Menschen, der unentbehrliche Genosse bei jedem fröhlichen Feste, der die Stimmung erhöht, die Geister anregt, die Herzen nähert, Geselligkeit und Lebensfreudigkeit um sich verbreitet. Darum liebten es alle Völker, alle Religionen, alle Stände, alle Alter, Herz und Geist zu erwärmen

— an des Weines heiligen Gluten,
Flüssigen Flammen und Flammen sprühenden Fluten.

In solchen Ländern, wo der Wein das gewöhnliche Getränk ist, da ist auch der Nationalcharakter liebenswürdiger, geselliger, heiterer; man braucht nur Frankreich und England oder Süd- und Norddeutschland zu vergleichen. Vor Allem die Griechen, das genialste Volk, das auf Erden gelebt, waren es sich am innigsten bewußt, daß des Weines Tugend nicht bloß in dem sinnlichen Genuß beruhe, sondern vor Allem darin, daß er den Geist empfänglicher mache für das Schöne und Poetische. Darum war ihnen der Gott des Weinbaus, Dionysos, zugleich ein Kulturgott; sie nannten ihn den Erlöser, Lyaeos, wie die Römer ihn als Befreier, Liber, bezeichneten; das Fest des Dionysos wurde nicht bloß durch fröhliche Prozessionen gefeiert, deren letzte Ueberreste sich vielleicht noch bis auf den heutigen Tag in den berühmten Winzerfesten von Vevey erhalten haben, sondern vor Allem durch einen Wettkampf der musischen Künste; die Geschichte der Litteratur lehrt uns, daß alle höheren Formen der Poesie, Chorgesang und Hymne, vor Allem das Drama, die Tragödie, Komödie und Posse, aus dem Dionysoskultus hervorgegangen sind; die unsterblichen Werke von Aeschylos, Sophokles, Euripides, Aristophanes sind zur Feier athenischer Winzerfeste geschrieben und in dem Theater des Dionysos am Fuße der Akropolis von Athen aufgeführt worden.

Ueberhaupt bestand von jeher eine geheime Sympathie zwischen den Dichtern und dem Weine; mit Recht schmücken die Chioten ihren edelsten Wein mit dem Namen ihres Landsmannes Homeros. Wenn der Wein für manchen Poeten die eigentliche Hippokrene ist,

aus der er seine Begeisterung schöpft, so sind doch auch alle Dichter darin übereingekommen, daß von sämmtlichen Speisen und Getränken der Wein allein werth ist, besungen zu werden; vom Vater Homeros bis auf den jüngsten Dichter des neuesten Musenalmanachs hat es wohl noch keinen Poeten gegeben, der nicht eine Variante gedichtet zu des Psalmisten liebenswürdigem Spruch: „Der Wein erfreut des Menschen Herz.“ Die Zahl der Wein- und Trinklieder in allen Zungen und in allen Maßen ist Legion, und unter ihnen glänzen manche poetische Perlen, die schönsten an einander gereiht von den geistesverwandten Dichtergreisen: Anakreon, Hafiz, Goethe. So schlingt der Wein seine Arabesken durch die heiteren Blätter der Litteratur, wie durch die ernsten Annalen der Weltgeschichte.





Erläuterungen.

[1]) (S. 100.) Die Zahl der Kulturpflanzen ist verhältnißmäßig sehr klein; unter den 150 000 Arten, die gegenwärtig unter den Pflanzen unterschieden werden, sind nach A. Decandolle nur 44 Gegenstand eines Anbaus in größerem Maßstabe.

[2]) (S. 100.) Der edle Weinstock (Vitis vinifera) gehört zur Familie der Vitaceen oder Ampelideen, die 270 verschiedene Arten umfaßt; die allermeisten (über 200) bilden die Gattung Cissus und bewohnen die Urwälder der Tropen als kletternde Lianen; die afrikanischen Arten dieser Gattung haben sich dem Charakter der Wüsten, die sie bewohnen, angepaßt; aus schlanken Kletterpflanzen haben sie sich in kaktusähnliche, blattlose Säulen umgestaltet, oder sie speichern Wasservorräthe in rübenartigen Wurzeln oder mächtigen Stengelknollen auf. Vergl. die neueste Monographie der Familie von Gilg in Engler, „Natürliche Pflanzenfamilien," Lief. 136, 1896.

[3]) S. (101.) Als der größte Weinstock der Welt gilt der im Privatgarten von Hampton Court bei London im Jahre 1768 angepflanzte Black Hamburgh, der ein Gewächshaus von 72 Fuß Länge und 30 Fuß Breite auskleidet; sein Stamm hat 3 Fuß über dem Boden einen Umfang von 30 Zoll und trägt an seinen bis 100 Fuß langen Zweigen alljährlich 2000—3000 Trauben. Plinius erzählt von einem einzigen Weinstock an dem in Rom von Augustus zu Ehren seiner Gemahlin erbauten Portikus der Livia, welcher die große unter freiem Himmel befindliche Pergola beschattete und zwölf Amphoren ($2^1/_5$ Ohm) Most lieferte (XIV. 3).

[4]) (S. 102.) In der Rheinpfalz werden die Reben auf niedrigen Rahmen an einem Lattenwerk nahe dem Boden gezogen.

[5]) (S. 106.) Stephan Hales, „Statik der Gewächse," das englische Original 1727; deutsche Uebersetzung, Halle, 1748, S. 62 ff.

[6]) (S. 107.) Denselben Versuch kann man auch mit einem Stock aus Pappelholz anstellen; bei den Stengeln der Indischen Rohrpalme (Calamus Rottan), die unter dem Namen „spanisches Rohr" in den Handel kommt, gelingt

der Versuch selbst mit Stücken von mehreren Meter Länge — ein augenfälliger Beweis für die Länge und Weite der Gefäße.

[7]) (S. 108.) Dutrochet, Mémoires anatomiques et physiologiques. Paris 1837. I. 1. De l'endosmose.

[8]) (S. 108.) Wir wissen jetzt, daß nicht bloß den Wurzeln der Rebe, sondern auch denen aller anderen holzigen, wie krautigen Pflanzen die Kraft innewohnt, das aus dem Boden eingesaugte Wasser unter starkem Druck in den Stengel zu pressen, so daß es beim Dekapitiren der Pflanze, d. h. beim Abschneiden des belaubten Wipfels, aus der Schnittfläche ausfließt und im Manometer einer bald mehr, bald minder hohen Quecksilbersäule das Gleichgewicht hält; das Auspressen des Saftes läßt sich bei manchen Pflanzen, z. B. bei dekapitirten Goldlackstengeln, mehrere Wochen lang beobachten. Bei vielen Pflanzen wird sogar durch den Wurzeldruck Wasser aus den Spitzen und Zähnen der unverletzten Blätter in Tropfen herausgepreßt, die sich, wenn sie heruntergefallen sind, rasch erneuern; man hält diese Wassertropfen gewöhnlich für Thau; so besonders schön an Mohnpflanzen, auch an Weinblättern, Gräsern, Canna, der sogenannten Kalla (Zantedeschia africana) und anderen Araceen, so an dem in Zimmern häufig gezüchteten „Philodendron" (Monstera deliciosa) mit den großen durchlöcherten Blättern, die in ihrer ersten Entwickelung aus allen Spitzen Wasser herabtropfen lassen. Vgl. Wieler, „Das Bluten der Pflanzen." Beiträge zur Biologie der Pflanzen, B. VI. S. 1 ff.

[9]) (S. 111.) Das ganze XIV. Buch der Naturgeschichte des Plinius beschäftigt sich mit dem Weinstock und seiner Pflege; es steht zwischen der Schilderung der ausländischen (XIII) und der Obstbäume (XV).

[10]) (S. 113.) Hales, „Statik der Gewächse," S. 9.

[11]) (S. 114.) Vergl. „Licht und Leben," Bd. I. S. 280.

[12]) (S. 115.) Goethe verfaßte auf der Dornburg vom 5. bis 8. August 1828, nachdem er Rechts „Verbesserter praktischer Weinbau," 4. Aufl. 1827, studirt, die ausführliche Disposition zu einer Abhandlung über die Morphologie des Weinstocks, die zuerst in der Weimarischen Ausgabe, Naturwissenschaftliche Schriften, Bd. 7, 1892, S. 135 ff, abgedruckt worden ist; er begann auch sofort die Abhandlung selbst, die jedoch Fragment geblieben ist (abgedruckt ebenda S. 141 ff). Die beiden Schriftstücke geben eine auf Selbstbeobachtung beruhende kritische Darstellung des Aufbaus des Weinstocks, insbesondere des Verhältnisses, in welchem Blatt, Knospe, Geize, Lotte und Ranke am nämlichen Knoten zu einander stehen; das Laubblatt bezeichnet Goethe als Vorbereitungsblatt oder Vorblatt, die Knospe als Auge, die Geize als Hilfszweiglein, Vorzweig oder Zuleiter des Bildungssaftes für das Auge, die Lotte als Ranke, die Ranke als Gabel oder Brille; er kennt deren „Empfindlichkeit auf den Reiz der Berührung," in Folge dessen sie „Gegenstände umwindet, sich ringelt und zusammenzieht;" daß jedem dritten Blatt die Ranke fehlt, steht S. 146.

[13]) (S. 116.) Darwin, „On the movements and habits of climbing plants;“ übersetzt von V. Carus, „Ueber die Bewegungen und Lebensgewohnheiten kletternder Pflanzen,“ 1876.

[14]) (S. 121.) Bei vielen Sorten des kultivirten Weinstocks und bei allen wilden Reben zeigt sich Trennung der Geschlechter; obwohl in ihren Blüthen beiderlei Geschlechter vorhanden sind, sind doch in den männlichen Stöcken die Stempel verkümmert, während in den weiblichen die Staubgefäße unvollkommen entwickelt sind; diese tragen Trauben, jene sind unfruchtbar. Hier findet die Befruchtung offenbar durch Vermittelung des Windes oder der Insekten statt. Näheres bei Delpino, Rathay, „Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Reben,“ Wien, 1888/89, und Oskar Kirchner, „Ueber einige irrthümlich für windblüthig gehaltene Pflanzen,“ Jahreshefte für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1893.

[15]) (S. 126.) Bierhefepilz Sacharomyces cerevisiae; Weinhefepilz S. ellipsoideus; Obstweinhefepilz S. apiculatus. Die beiden ersteren Arten erzeugen auch zwei bis vier kleine, kugelige Sporen im Innern der Zellen, wenn diesen an freien, der Luft ausgesetzten Oberflächen die Nahrung ausgeht. Wir verdanken die wissenschaftliche Kenntniß der Hefepilze vorzugsweise den Forschungen von L. Pasteur, Rees und Emil Hansen. Nach neueren Untersuchungen scheint es, daß jede Weinsorte durch die Thätigkeit einer eigentümlichen Spielart von Weinhefe erzeugt wird, und daß man deshalb durch Reinzüchtung der Hefen auch die Qualität der von ihnen zu vergährenden Weine verbessern und gleichzeitig alle Krankheitskeime fernhalten kann.

[16]) (S. 126.) Die Dauer der Hauptgährung ist von der Temperatur der Luft abhängig; je höher diese, um so rascher und stürmischer verläuft die Gährung; in Deutschland, wo die mittlere Wärme des Herbstes 7—15° beträgt, dauert sie ein bis zwei Wochen; in heißen Ländern ist sie schon nach ein paar Tagen vorüber; in kalten Kellern verläuft sie sehr ruhig, zieht sich aber durch mehrere Wochen hin. Durch die entweichenden Gase werden die Trebern, die festen Bestandtheile der zerdrückten Beeren, in die Höhe gerissen und bilden den „Hut“ des Mostes, der wegen seiner zahlreichen, krankhaften Pilzkeime den Wein leicht verdirbt und deshalb rasch beseitigt werden muß.

[17]) (S. 127.) Da die geringen Jahrgänge der Weine zu viel Säure enthalten, so müssen dieselben erst mit Wasser verdünnt werden, bis der Säuregehalt einem bekömmlichen Maße (ca. 0,5 %) entspricht; durch Zusatz von Zucker (bis zu 20 %) wird dann durch die Gährung auch die gewünschte Alkoholmenge (ca. 10 %) erzielt und dadurch auch in schlechten Weinjahren ein trinkbarer und billiger Wein erzeugt. Das Verfahren heißt nach dem Erfinder Dr. Gall (Trier 1852) „Gallisiren“.

[18]) (S. 128.) Schon Theophrastos berichtet, daß der Wein gleichzeitig mit den Trauben zu blühen scheine (de odoribus 63) ὁ οἶνος ἅμα τῇ σταφυλῇ δοκεῖ συνανθεῖν.

[19]) (S. 128.) Nur bei einigen Traubensorten (Färber) befindet sich rother Farbstoff auch in den Zellen des saftigen Fleisches, bei den übrigen nur in der Schale.

[20]) (S. 130.) Der Weinkahm wird nicht durch eine Bakterie, sondern durch eine besondere Hefenart gebildet, die nicht Alkoholgährung hervorruft, sondern im Gegentheil den Alkohol zu Kohlensäure und Wasser verbrennt (Mycaderma). Die Kenntniß der Weinkrankheiten und der sie hervorrufenden Pilze verdanken wir vorzugsweise dem Buche von Pasteur „Etudes sur le vin," Paris, 1866/72, welches eine rationelle Behandlung der Weine herbeigeführt hat. Die Konservirung der Weine durch Erwärmen auf etwa 55°, welches zur Tödtung der schädlichen Pilzkeime im Allgemeinen ausreicht, wird als „Pasteurisiren" bezeichnet.

[21]) (S. 130.) v. Tuboeuf („Pflanzenkrankheiten," 1894) beschreibt siebzehn Pilze, welche verschiedene Krankheiten der Blätter, Stengel und Trauben des Weinstocks erzeugen.

[22]) (S. 131.) Hugo Mohl, „Ueber die Traubenkrankheit," Botanische Zeitung 1852 und 1853.

[23]) (S. 135.) Da die Kupferlösung vom Regen leicht abgewaschen wird, so empfiehlt es sich, derselben Melasse, Speckstein, am besten Kalkmilch zuzufügen, da sie durch diese Zusätze fester an den Blättern haftet. Die letztere Mischung wurde von Prof. Millardet in Bordeaux empfohlen und ist unter dem Namen „Bordelaiser Brühe" bekannt und bewährt.

[24]) (S. 138.) V. Hehn macht darauf aufmerksam, daß nach dem Zeugniß der alten Schriftsteller in den sumpfigen Poniederungen von Ravenna der Weinstock sich durch ganz besondere Fruchtbarkeit ausgezeichnet habe; in Ravenna sei der Wein billiger gewesen als das Wasser, so daß der witzige Martialis sich darüber beklagt, weil ein dortiger betrügerischer Schenkwirth ihm reinen Wein statt mit Wasser gemischten verkauft habe (III. 57):

Neulich hat mich betrogen ein listiger Wirth in Ravenna:
Als ich gemischten verlangt, liefert' er rein mir den Wein!

Die Thatsache ist deshalb von Interesse, weil sie beweist, daß nicht bloß die verwilderten Reben der Sumpfwälder, sondern auch gewisse Sorten des edlen Weinstocks (Vitis vinifera var. spionia vel spinea. Plinius, Hist. nat. XIV. 34) in wasserreichem Sumpfland vortrefflich gedeihen. Bekanntlich kennt man vom Reis auch zwei Sorten: Sumpfreis und Bergreis.

[25]) (S. 142.) Vinland hit goda. Peschel, „Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen," 1858, S. 104. A. v. Humboldt, „Kosmos," II. S. 270.

[26]) (S. 148.) In Amerika erzeugt die Reblaus an den wilden Reben Gallen auf den Laubzweigen, da sie deren Wurzeln nicht zu schädigen vermag; in Europa, wo sie die Wurzeln der edlen Rebe aussaugt, sind solche Laubgallen nie beobachtet worden.

[27]) (S. 149.) Vergl. die Aufsätze der Herzogin von Löwenhjelm-Fitz James über die amerikanischen Reben (La vigne Américaine) in der Revue des deux mondes, 1. Apr., 8./15. Juni 1881, 7. Juni 1883, 19. Febr. 1886, und die Abhandlung des Vicomte George d'Avenel über die Bearbeitung des Weins (Le travail des vins), Revue des deux mondes, 1. Okt. 1894, welcher ein Theil der obigen Daten entnommen ist.

[28]) (S. 155.) In der Tertiärperiode waren Weinreben, die jedoch der Art nach vom edlen Weinstock (Vitis vinifera) verschieden sind, nicht bloß südlich der Alpen, sondern auch im Norden der Hochgebirgskette bis nach Island und Grönland als Lianen in den subtropischen Waldformationen weit verbreitet, wie die erhaltenen Kerne und selbst Beeren beweisen. Doch ist nicht daran zu denken, daß der edle Weinstock irgendwo in Mitteleuropa seit jener längst entschwundenen Epoche bis in die Gegenwart sich erhalten habe, da Klima und Vegetation sich in den dazwischen liegenden Jahrtausenden viel zu durchgreifend und vielfach verändert haben. Eher darf man annehmen, daß die wilden Weinstöcke in der Provence die direkten Nachkommen jener Reben sind, deren Blätter in diluvialen Tuffschichten bei Montpellier und anderwärts aufgefunden wurden; durch diese Ueberreste wird zweifellos bewiesen, daß in der quaternären Epoche, gleichzeitig mit Elephanten, Nashörnern, Urstieren und Höhlenbären, auch der edle Weinstock im südlichen Frankreich vorhanden war; allerdings könnte derselbe in diesen Gegenden inzwischen ebenso gut ausgestorben sein, wie jene Thiere, oder wie der kanarische Lorbeer, dessen Blätter in den nämlichen Schichten wie die Weinblätter vorkommen. Die prähistorischen Funde von Weinbeeren und Traubenkernen in den Terramaren Italiens gehören einer relativ jungen (neolithischen oder Bronze-) Zeit an (vergl. Buschan, „Vorgeschichtliche Botanik," Breslau, 1895, S. 226), welche die Möglichkeit einer Abstammung von den Weinpflanzungen phönizischer oder griechischer Kolonisten nicht auszuschließen scheint. Die gründlichste Zusammenstellung der Nachrichten über wilde Weinstöcke giebt Engler in der 6. Auflage des Hehnschen Buches (S. 85 ff); er kommt zu dem Schluß, daß wilde Weinreben (doch schwerlich Vitis vinifera?) vom Mitteltertiär bis zur Glacialperiode überall da, wo sie heute gedeihen, günstige klimatische Bedingungen gefunden und nur während der Glacialperiode nördlich der Alpen gefehlt, nach derselben aber sich auch dahin wieder ausgedehnt haben; er betrachtet deshalb nicht bloß die in Südeuropa und dem westlichen Asien, sondern auch die am Rhein und an der Donau in Wäldern wachsenden wilden Weinstöcke für solche, welche unabhängig von den Kulturen ihren Weg an diese Standorte gefunden und als wirklich einheimische zu betrachten sind. Wir verweisen unsererseits auf das oben im Text und auf S. 87, Erläut. 28 Gesagte.

[29]) (S. 156.) Vergl. Wönig, „Die Pflanzen im alten Aegypten," Leipzig, 1886, S. 254 ff.

[30]) (S. 157.) Wenn Herodotos, der um 450 v. Chr. Aegypten bereiste,

als das Land eine persische Provinz war, berichtet, daß man dort keinen Wein baue, sondern aus Gerste gebrautes Bier trinke (II. 77), so kann dies nur auf einer vorübergehenden, aus unbekannten politischen oder religiösen Gründen hervorgegangenen Unterdrückung des Weinbaus beruhen, die für ältere Zeiten durch die schriftlichen und bildlichen Denkmäler widerlegt wird; unter den Ptolemäern, und als später Aegypten römische Provinz geworden war, gelangte der Weinbau zu neuer Blüthe; erst die Eroberung durch die Araber richtete ihn hier, wie in Nordafrika, zu Grunde. Abstinenzfanatiker, wie sie heute in Nordamerika und England auftreten, hat es zu allen Zeiten gegeben, wenn auch keinen, der so anhaltenden Erfolg hatte, wie der Prophet des Islam; das tragische Schicksal des ältesten, des mythischen Königs der Thrakischen Edonen, Lykurgos, besingen bereits die Ilias und Sophokles, letzterer in einem Chorlied der Antigone.

[31]) (S. 157.) Während V. Hehn den Semiten die Erfindung des Weines zuschreibt und die semitische Bezeichnung desselben (hebr. jain, äthiop. und arab. wain) als die ursprüngliche betrachtet, welche von den Indogermanen entlehnt sei, (griech. οἶνος, latein. vinum, von da in alle europäischen Sprachen übergegangen. Kulturpflanzen. 6. Aufl. S. 70), erklärt umgekehrt Schrader (ebendas. S. 90ff.) die semitische Benennung als Entlehnung aus der indogermanischen; er leitet die letztere von einem Stamm ab, welcher „Ranke" bedeuten und auch den Worten vitis (Weinstock), Weide u. a. zu Grunde liegen soll. Prof. Chwolson (St. Petersburg) macht mich darauf aufmerksam, daß alle Semiten für den Weinstock ein gemeinsames Wort (gpn), ebenso für die Weinbeere 'anab besitzen, während für Wein die Aramäer, und wahrscheinlich von diesen entlehnt, die Araber die Bezeichnung chamra, die Babylonier karân, die Hebräer und unzweifelhaft auch die Phönizier ursprünglich wajino haben; von diesem ist das hebr. jain, das äthiopische wain (auch von den Arabern, doch selten gebraucht) abgeleitet; gpn und 'anab fehlt im Aethiopischen, das wohl den Wein, aber nicht den Weinstock kannte.

Vielleicht haben Semiten und Indogermanen beide die Benennung wain für Wein einem noch älteren Volke entlehnt, dem die erste Einführung des Weinstocks in die Reihe der Kulturgewächse zukommt. Bekanntlich bezeichnet die biblische Sage den Noah als den Vater des Weinbaus; die Mönche von Etschmiadin am Fuße des Ararat zeigen sogar den Weinberg, den Noah dort angelegt haben soll. Jedenfalls versetzt die biblische Tradition, indem sie dem gemeinschaftlichen Stammvater der Semiten, Japhetiten und Hamiten den Anfang der Weinkultur zuschreibt, diesen in eine Urzeit, wo die Völker der weißen kaukasischen Rasse sich noch nicht in Stämme gespalten hatten.

[32]) (S. 158.) Der Güte meines Kollegen Prof. Friedrich Delitzsch verdanke ich die Mittheilung, daß in Babylonien schon in der ältesten erreichbaren Zeit (drittes Jahrtausend) der Wein wohlbekannt war; sumerisch-babylonische Vokabularien beschäftigen sich sehr eingehend mit dem Weinstock und seinen Theilen.

In Assyrien wurde der Weinstock, gupnu, selbst gepflanzt; ebenso in den Nachbarthälern Assyriens, z. B. in den Gebirgsthälern des Mons Masius war er zu Hause. Auch des wilden Weins, der Weinstöcke des Gebirges, geschieht wiederholt Erwähnung. Wein, karânu, war von jeher, vor Allem zu den Zeiten Asurnazipals (884—860) und Salmanassars II (860—824) ein sehr beliebter Beute- und Tributgegenstand. Auch als Opfertrank für die Götter wurde Wein von Alters her verwendet. Ein assyrisches Thontäfelchen aus der Bibliothek Asurbanipals (669—625) erwähnt zehn verschiedene Sorten Traubenweins; der erste ist der Wein vom Lande Izallu, der zweite der berühmte Chulbûnuwein, d. h. der Wein von Chelbon, einem Ort zwei Meilen nordöstlich von Damaskus, der auch vom Propheten Ezechiel rühmend erwähnt wird; der dritte heißt „Königswein", die übrigen haben lokale Namen; fast alle diese Weinsorten erwähnt auch Nebukadnezar (604—561) unter seinen den Göttern dargebrachten Opfergaben.

[33]) (S. 158.) Das Buch der Könige (I. 4, 25) berichtet, daß unter dem König Salomo solcher Wohlstand in Palästina herrschte, daß Jedermann unter seiner Weinlaube und unter seinem Feigenbaume saß, und der Prophet Micha (4, 4) tröstet die in der babylonischen Gefangenschaft Schmachtenden, daß solche Zeiten dereinst wiederkehren werden.

[34]) (S. 159.) Odyssee IX. 205, 359.

Die Stadt Ismaros lag an der Nordküste des Aegeischen Meeres nahe bei Desdengli, dem Endpunkte der heute von Adrianopel zum Mittelmeere führenden Eisenbahn.

Eine köstliche Figur ist der alte Priester Maron von Ismaros, der den „reinen und unverfälschten" Nektar wohl zu schätzen weiß:

„. . . es kannt' ihn
Keiner der Knecht' und keine der dienenden Mägd' in der Wohnung —
Nur er selbst und die Gattin mit ihm, und die Schaffnerin einzig;
Wenn sie von dem einst tranken, dem rothen balsamischen Festwein,
Einen Becher gefüllt in zwanzig Maße des Wassers
Goß er, und süß umhauchten den Mischtrunk edle Gerüche
Göttlicher Kraft; dann war es nicht leicht, sich davon zu enthalten."

Gewiß nicht mit leichtem Herzen mochte der brave Mann dem Odysseus, dem Führer der Truppe, die seine Stadt plünderte, zehn Krüge von diesem „Göttertrank" nebst sieben Talenten Goldes „geschenkt" haben!

[35]) (S. 160.) Ueber die Geschichte des Weins im Alterthum vergleiche die anziehende, geistvolle Darstellung in Hehn, „Kulturpflanzen und Hausthiere in ihrem Uebergang aus Asien nach Griechenland und Italien, sowie in das übrige Europa," 6. Aufl., 1895, S. 65 ff.

[36]) (S. 161.) Plinius, Hist. nat. XIV. 17.

[37]) (S. 161.) Plinius erwähnt, daß der Wein, der in dem heißen „Koch-

wetter" des Jahres 121 gereift war, zu seiner Zeit in eine Art herben Honig sich verwandelt habe und nur zum Verschneiden brauchbar gewesen sei; die Unze habe damals zwölf Mark gekostet, „so viel Geld steckt in den Weinkellern."

[38]) (S. 163.) Plinius wundert sich darüber, daß man in Frankreich italienische, in Italien dagegen französische Marken vorziehe, um so mehr, da dort die Weinverfälschung in Uebung sei; von den Weinen von Narbonne könne er nichts Bestimmtes sagen, da man den Wein dort fabrizire, mit Kräutern und gesundheitsschädlichen Mitteln färbe und verfälsche! (Hist. nat. XIV. 8.) Vom Gipsen der Weine in Italien spricht schon Theophrastos (de lapidibus 67).

[39]) (S. 165.) Das Moselthal erinnert den Dichter Ausonius an die schönsten Gegenden der Welt, an die Ufer des Hellesponts, an die rebenbewachsenen Höhen des kampanischen Seestrandes, an die Weingärten des dampfaushauchenden Vesuvs, vor allem an die herrlichen, rebenberühmten Ufer der heimischen Garonne:

„. . . . Wie schön sind nicht in langen Zeilen die Villen,
Welche den schlängelnden Fluß in seinen Krümmen begleiten!
Wer kann schildern den Stil des Baus an jeglicher Villa?
Auf dem natürlichen Fesengrund steht die eine erhaben;
Andere ziehn sich zurück, den Fluß in der Bucht sich beschauend;
Diese besetzt den Berg, der über den Strom sich am nächsten
Neigt und genießt auf den Wald und das Feld den reizendsten Rundblick;
Jene, mit niedrigem Fuß auf der Wiese des Ufers errichtet,
Hat sich ersetzt den natürlichen Vorteil höherer Lage,
Prangend mit hochaufragendem Thurm, wie der memphische Pharus;
Diese, gestellt auf die oberste Höh', schaut dämmernden Blicks nur
Nieder zum Fluß, der unten im tiefen Thale dahin strömt . . ."

Wunderlich aber klingt es uns, wenn der Dichter schon vor länger als 1500 Jahren redet von den

„Burgen, welche mit altem Gemäuer zum Strome hinabschaun,
Einstmals erbaut zum Schutze des feindbedrohten Besitzthums,
Jetzt als Scheunen benutzt, nicht als Vesten der friedlichen Bürger."

[40]) (S. 167.) Vergl. Fischer-Benzon, „Altdeutsche Gartenflora," Kiel, 1894, S. 158.

[41]) (S. 167.) v. Nordhoff, „Der vormalige Weinbau in Norddeutschland," Münster 1877, 2. Aufl. 1882.

[42]) (S. 167.) Der Malagawein war schon von den spanischen Mauren unbeschadet des Koranverbots wohl gewürdigt; ein spanischer Chalif, der im Sterben lag, soll gebetet haben, Gott möge es ihm im Paradiese nur an Malaga und süßem

Sekt von Sevilla nicht fehlen lassen. Vergl. A. v. Kremer, „Kulturgeschichte des Orients unter den Chalifen," Wien 1877, II. S. 320.

[43]) (S. 168.) Wenn auch für Schlesien aus den überall im Lande zerstreuten „Weinbergen", wo heute keine Reben mehr wachsen, auf eine seit dem Mittelalter eingetretene Verschlechterung des Klimas geschlossen wurde, so wird dies durch die Nachricht des Stenus widerlegt, der um 1500 eine lateinische Geographie von Schlesien schrieb (Edit. Kannegießer, Programm des Friedrichsgymnasiums in Breslau 1842): „Silesia vini adhue impatiens, aut ubi nutrit, acerbum succum generat, praeterquam ad Crossam, ubi vina, quibusdum peregrinis non cedentia, in proximas etiam regiones avehuntur." Noch heutzutage ist es in Schlesien nur der Krossener, oder wie er jetzt genannt wird, der Grüneberger Wein, welcher einigermaßen trinkbar ist und selbst einen nicht unbedeutenden Ausfuhrartikel bildet.

[44]) (S. 168.) Nach Vicomte George d'Avenel (s. o.) haben selbst in Frankreich mehrere Departements (Puy de Dôme, Dauphiné, Limousin) erst in unserem Jahrhundert den Weinbau aufgegeben, seit durch die Eisenbahnen der Wein aus dem Süden billig zu beziehen ist.

[45]) (S. 169.) Im Jahre 1892 wurden in Rußland 3 Millionen Hektoliter Wein erzeugt (in Frankreich 40, in Italien 25, in Deutschland 23, in Oesterreich-Ungarn 9,8 Millionen Hektoliter).




Die
Rose.





Die Rose.

I.

Kein König, kein Kaiser gebietet so unumschränkt, kein Tyrann hat sich jemals so gewaltsame Eingriffe in die innersten Lebensverhältnisse erlaubt, hat jemals so naturwidrige Verordnungen gewagt, und doch hat niemals ein Fürst so allgemeinen, widerspruchslosen Gehorsam gefunden, als die Herrscherin des Menschengeschlechts, die Mode. Die Mode befiehlt uns nicht nur, was für Kleider wir tragen, zu welcher Stunde wir Hunger empfinden und durch was für Speise wir ihn sättigen, in welcher Straße und in was für Zimmern wir wohnen dürfen; sie schreibt uns auch vor, durch was für Schriftsteller wir unseren Geist bilden, durch welche Musik, durch was für Vergnügungen wir ihn erheitern, ob wir uns mehr für politische oder für religiöse Streitfragen, mehr für die Börse oder für das Theater interessiren sollen; ja selbst dem Kranken verordnet sie, nach welcher Heilmethode, in welchem Bade er seine Genesung suchen solle.

Und nicht allein der Mensch ist der Mode unterworfen, auch über die Natur erstreckt sich ihr Reich. Zwar soweit Thiere und Pflanzen nur unter sich und für sich leben, im Haushalte der

Pflanzen, wie in den Thierstaaten, ist die Mode unbekannt; wenigstens hat man noch nicht gehört, daß ein Biber oder eine Biene den uralten Baustil ihrer Wohnungen unmodern gefunden oder daß die Nachtigallen sich mit Zukunftsmusik beschäftigen; auch die Lilien auf dem Felde kleiden sich noch immer in dieselben Prachtstoffe, die sie nicht spinnen und nicht weben, wie zu den Zeiten Salomos. Aber, wo Thiere und Pflanzen mit dem Menschen in Berührung kommen, wo sie von ihm in Kost und Pflege genommen werden, da sind auch sie dem Scepter der Mode unterworfen. Jedermann weiß, welch gewichtiges Wort die Mode bei der Zucht unserer Hausthiere mitzusprechen hat, mögen es nun Singvögel oder Papageien, Hühner oder Tauben, Pferde oder Hunde sein. Und vor Allem die Pflanzen, die sich der Mensch in Haus- und Zimmergärten zur täglichen Gesellschaft auserwählt, sind den wandelbaren Launen der Mode unterworfen. Der Schnitt unserer Kleider, die Muster unserer Stoffe können nicht schneller, nicht mannigfaltiger wechseln, als die Arten, die Formen, die Zeichnungen unserer Modepflanzen. Ehemals schmückten Citronen- und Orangenbäume, in Kübel gepflanzt, mit den dunklen Laubkronen, den weißen Blüthensternen und den goldigen Früchten die Terrasse vor jeder herrschaftlichen Villa; heutzutage sind sie nur noch in wenigen alten Fürstengärten zu treffen, und unfruchtbare Lorbeerbäume haben ihre Stelle eingenommen. Einst waren die Tulpen in der Mode, dann kamen die Hyacinthen an die Reihe, dann die Nelken, die Pelargonien, die Kamellien, die Cinerarien, die Calceolarien, die Azaleen, die Begonien, die Gardenien, die Chrysanthemen, die Orchideen, die buntblätterigen und andere Blattpflanzen. Gestern mußten es Fuchsien mit blauer Korolle sein, heute mit weißer; gestern Petunien mit grünem Raude, heute mit gefüllter Korolle; jeder Tag bringt eine neue Mode auf und eine alte in Vergessenheit. Keine Dame kann lebhafteren Antheil an den Neuigkeiten nehmen, welche die Modezeitungen wöchentlich aus Paris bringen, als der Blumenfreund

für die neuesten Façons und Dessins in der Pflanzenwelt sich interessirt, welche die Gartenzeitungen Woche für Woche aus den Centralpunkten der Blumenmoden, aus London und Gent, aus Erfurt oder Berlin mittheilen. Und gleichwie unsere Kleidermoden zuerst in den Prachtsälen der vornehmen Gesellschaft glänzen, dann sich auch in bürgerlichen Kreisen Eingang verschaffen, bis sie schließlich, oft erst nach Jahrzehnten, der Toilette der dienenden Klasse oder der ländlichen Bevölkerung anheimfallen, so wird auch eine Blume, so lange sie modern ist, theuer bezahlt und mit Leidenschaft gesucht; sie darf in keinem Garten fehlen, der auf der Höhe der Zeit stehen soll; sie allein hat das Recht, in einem Bouquet zu glänzen, welches in einem Salon zugelassen werden will. Ist die Blume aus der Mode gekommen — und das geschieht oft nach sehr kurzer Zeit — dann überläßt man sie zu billigem Preise dem bescheideneren Blumenfreunde, der sie in einem Scherben hinter seinem Fenster heranzieht, bis sie endlich vielleicht in einem Bauerngärtchen ihr obskures Dasein beschließt. Dieselbe Zwiebel, für die einst Mynherr van der Velsen 5000 Gulden bezahlte,[1]) kann man heute für ein paar Groschen auf jedem Blumenmarkte erhandeln, wenn sie nicht inzwischen gänzlich ausgegangen ist, weil Niemand, seitdem sie längst aus der Mode gekommen, sich mehr die Mühe geben will, sie aufzuziehen.

Aber so mächtig auch die Mode im Reiche der Blumen, wie in der Menschenwelt regiert, allmächtig ist sie doch nicht. Gleichwie nur das an sich werthlose Papier, nicht aber das edle Metall den wechselnden Stempel des Tages bedarf, um als werthvoll zu gelten, so behält auch Alles, was wahrhaft gut und schön ist, für alle Zeiten seinen unveräußerlichen Werth. So bildet der Jüngling seinen Geist noch heute an denselben homerischen Gesängen, an denen einst Solon und Sokrates und so viele Generationen nach ihnen sich erfreut haben; so erfüllt ein jedes wahre Kunstwerk, möge es nun die Venus von Melos oder die sixtinische Madonna sein, das

Gemüth noch heute mit derselben Bewunderung, die durch Jahrhunderte nicht veraltet ist; so werden die Werke Shakespeares, Goethes, Beethovens bestehen und genossen werden, wenn Alles längst vergessen sein wird, was die Mode des Tages hebt und begräbt.

Und so sind auch, um auf unsere Pflanzen zurückzukommen, nur diejenigen Blumen der Mode unterworfen, deren Hauptverdienst in dem Reize der Neuheit, in ihrer seltsamen Form, in ihrer bizarren Farbe besteht. Es giebt aber auch Pflanzen, denen der ewige Stempel der Schönheit aufgedrückt ist, die alle Herzen für sich einnehmen; solche Pflanzen sind nie in der Mode und kommen nie aus der Mode, weil sie zu allen Zeiten gleich geliebt sind. Das gilt von keiner Blume so sehr, wie von der Rose.

Schon in uralter Zeit, als die Zahl der Blumen, die der Mensch in seinen Gärten zu vereinigen wußte, noch sehr beschränkt war, erklärte man die Rose für die Blume der Blumen, für die Königin der Blumen. Seitdem hat sich die Zahl der Schmuckpflanzen so außerordentlich vermehrt, daß das glücklichste Gedächtniß kaum im Stande ist, sie alle zu behalten; seitdem haben Nord- und Südamerika, West- und Ostindien, China und Japan, das Kap der guten Hoffnung und Australien die schönsten ihrer Blumen in unsere Gärten gesendet; aber so lieblich auch diese, so prächtig auch jene der neuen Einführungen sein mag — keine kommt der Rose gleich; sie ist bis auf den heutigen Tag die Königin der Blumen geblieben. Wenn der Löwe sich als König der vierfüßigen Thiere, der Adler sich als König der Vögel behauptet, so haben dieselben scharfe Krallen und kräftiges Gebiß, um jeden Kronprätendenten in seine Schranken zurückzuweisen; die Rose aber hat ihren Thron nicht durch Gewalt und Stärke vertheidigt, sondern durch jenen unwiderstehlichen Zauber, den Anmuth und Schönheit ausüben. Vornehm und Gering, Reich und Arm, Alt und Jung haben zu allen Zeiten der Rose mit gleicher Liebe und gleicher Treue gehuldigt; sie ist nicht wie die stolze Kamellie, die nur des Abends im steifen Teller-

bouquet ihre Rolle spielt, nicht wie die phantastische Orchidee, die nur im Treibhause des Reichen sich sehen läßt; sie verschönt mit gleicher Anmuth das Gärtchen des Bauern, wie den Pleasure ground des Magnaten; sie blüht mit gleicher Lieblichkeit am Busen der Fürstin, wie an dem des ärmsten Kindes. Hat doch noch in jüngster Zeit die Rose einen glänzenden Triumph gefeiert; sie hat die Kamellie, welche Jahrzehnte lang während der Wintermonate die unbestrittene Herrschaft im Ballsaal und im Prachtbouquet an sich gerissen hatte, von ihrem usurpirten Thron gestoßen, so daß diese, aus der Mode gekommen, sich in eleganter Gesellschaft kaum noch zu zeigen wagt. Denn so sieghaft ist die Schönheit der Rose, daß sie neben ihr keine andere duldet; es ist unmöglich, in einen Strauß von Rosen andere Blumen einzumischen.[2])

II.

Selbst die Naturforscher, die sich sonst von poetischer Ueberschwenglichkeit fern zu halten wissen, stimmen ein in den allgemeinen Chor zur Verherrlichung der Rose. Wenn auch nicht Alle den Ausspruch Goethes annehmen, welcher die Rose für das Vollkommenste erklärt, das die Natur in unserem Klima hervorgebracht, so wurde doch der Rose einer der ersten Plätze in der Rangordnung der Gewächse zuerkannt und nur der empfindsamen Mimose und ihrer Verwandtschaft der Vorrang eingeräumt. Erst in der Neuzeit, die so manches königliche Geschlecht ins Exil gedrängt hat, ist auch den Rosen der höchste Rang unter den Pflanzen streitig gemacht worden.[3])

Die Lehrbücher der systematischen Botanik, die gewissermaßen den genealogischen Kalender der Pflanzenwelt darstellen, belehren uns, daß das Geschlecht der Rosen, die Gattung Rosa, durch einen gewissen Abstand von den übrigen Pflanzen geschieden ist, wie sich dies für eine königliche Familie geziemt. In ihrer nächsten Verwandtschaft stehen jene edlen Baumgeschlechter, die allein unter den

Bäumen unserer Zone im Frühling die Pracht der Baumblüthe zeigen, im Herbst mit den süßesten Früchten prangen, die uns Mandel und Quitte, Pfirsich und Aprikose, Kirsche und Pflaume, Apfel und Birne liefern. Aber auch die bescheidneren Vettern: Eberesche und Hagedorn, Spiraea, Erdbeere, Frauenmantel und Fünffingerkraut zeigen sich ihrer hohen Verwandtschaft nicht unwürdig; am nächsten in der Gestalt und Färbung der Blüthen, wie in den lang aufschießenden stachelbewehrten klimmenden Laubtrieben steht den Rosen das große Geschlecht der Brombeer- und Himbeersträucher, die Gattung Rubus.



Das Geschlecht der Rosen zeichnet sich aus durch eine außerordentliche Mannigfaltigkeit, die auf der Entwickelungsfähigkeit einer reichen Natur beruht. Schon vor mehr als fünfzig Jahren unterschied De Candolle 145 Hauptlinien, Species des Rosengeschlechts,[4]) die Formen Sorten, Spielarten, Raffen in den Gärten sind unzählbar. Obgleich verschieden an Adel und Schönheit, in Größe, Färbung und Bau der Blumen und Blätter, tragen doch alle Rosen dieselben unverkennbaren Familienzüge. Die meisten sind Sträucher von mäßiger Höhe; manche bleiben klein und niedrig wie Wiesenblümchen, so das niedliche Liliput- oder Lawrenceröschen;[5]) andere erwachsen zu hochstämmigen Bäumen. Viele Arten benutzen ihre lang aufschießenden Triebe, um sie an aufrechte Stützen anzulehnen und sie mit ihren Auszweigungen zu durchflechten; sie überkleiden das Holzgerüst von Lauben oder das vor der Wand des Hauses befestigte Lattenwerk, sie schlingen sich rankenartig durch das verworrene Gezweig der Gebüsche, sie klettern hinauf bis in die Wipfel hoher Bäume, wobei sie sich mit ihren

krummen Stacheln an Zweigen und Blättern festhaken.[6]) Manche Rosen erreichen ein hohes Alter; berühmt ist vor allen der „tausend=



Heckenrose (Rosa canina, lutetiana). „Tausendjähriger Rosenstock" an der Außenwand des Chors am Dom zu Hildesheim. Nach einer Photographie.

jährige Rosenstock" am Dom zu Hildesheim, den die Legende mit der angeblichen Gründung von Dom und Stadt durch Kaiser Ludwig den Frommen (776—840) in Verbindung bringt; wie seit Jahrhunderten, so überkleidet er auch heute noch mit grünen Ranken gleich einem Weinstock die Außenwand der Domapsis bis unter das Dach und schmückt sie im Juni mit Tausenden duftiger hellrosafarbener Blumen, im September mit scharlachrothen Früchten. [7])



Feldrose (Rosa arvensis).
Nach der Natur photographiert von R. Krull.

Während die Trauerrose, gleich der Weide von Babylon, ihre schlaffen, blumenbehangenen Zweige melancholisch zur Erde neigt, und auch viele einheimische Rosen ihre blüthenreichen Zweige in anmuthigem Bogen herabhängen lassen, kriecht die Feldrose (Rosa arvensis oder repens) mit niederliegenden Aesten weithin auf dem Boden.

Nur wer eine der von Zeit zu Zeit veranstalteten großen Rosenausstellungen oder einen jener poetischen Rosengärten gesehen hat, wie wir sie z. B. in Charlottenhof bei Sanssouci finden, kann sich einen Begriff machen von der unerschöpflichen Mannigfaltigkeit des Rosengeschlechts.

Alle Rosen ohne Ausnahme stammen aus dem gemäßigten Theile der nördlichen Erdhalbkugel, jenem Erdgürtel, welchen die

Natur auch den bildungsfähigsten Zweigen des Menschengeschlechts zur Heimath auserwählte. Die Länder des indogermanischen Volksstammes: das ganze Europa mit Ausnahme seiner nördlichsten, unwirthbaren Gebiete, Kleinasien, der Kaukasus, Persien, dann auch Turkestan, China, Japan und Nordamerika sind von wilden Rosen erfüllt; hier schmücken sie die Flußufer und die Feldraine, die Waldränder und die Gärten; Deutschland besitzt 26, die Schweiz 34 Arten wilder Rosen. Dagegen meidet die Rose das extreme Klima der heißen, wie der kalten Zone; in unseren gemäßigten Breiten liebt sie die Hügel und den Bergabhang, aber sie weicht zurück vor dem rauheren Alpenklima; sie fürchtet die Gluth der Tropensonne; die indische Tiefebene betritt sie nicht; Linnés sogenannte indische oder Bengalrose stammt aus China. Dagegen findet die Rose sich in den indischen Hochgebirgen; sie überschreitet den nördlichen Polarkreis in Norwegen bis nahe zum 70. Grade; sie macht Halt an dem Wendekreis des Krebses;[8]) jenseits des Aequators ist keine einzige einheimisch. In Afrika beschränkt sie sich auf den Rand des Mittelmeeres; die südliche Halbkugel hat ebenso wenig einen gebildeten Völkerstamm, als eine Rose hervorgebracht; und wenn wir jetzt solche dort finden, so sind sie aus dem Norden eingewandert. Es ist, als hätte die Natur ihre vollkommenste Schöpfung nur solchen Völkern gegönnt, die gebildet genug sind, das edle Geschenk zu würdigen.

Gleich dem Menschen, scheint auch die Rose zu den jüngsten Gestaltungen zu gehören, zu denen das organische Leben in Thier- und Pflanzenwelt sich erhoben hat; wenigstens haben sich aus früheren Zeitaltern der Vorwelt keine Ueberreste erhalten, die man mit Sicherheit dem Rosengeschlechte zuweisen könnte; nur aus unvollständigen Bruchstücken von Blättern und Dornenzweigen läßt sich vermuthen, daß die Urahnen und Vorläufer der Rose bereits in den Wäldern der Braunkohlenzeit geblüht haben mögen. Die Rose jedoch, in der wir vor allem das Ideal pflanzlicher Schönheit er-

blicken, ist überhaupt viel mehr eine Schöpfung des Menschen als der Natur. Denn die wilden Rosen haben nur fünf Blumenblätter, die, schnell vergänglich, nur schwachen Duft athmen; eine einzige Art, deren Heimath vom Himalaya bis nach dem nordwestlichen China reicht, trägt eine vierblätterige Krone (Rosa tetrapetala oder sericea). Anmuthig freilich ist der Anblick unserer wilden Heckenrosen, wenn der grüne Dornbusch um die Zeit der Sommersonnenwende mit Hunderten von großen weißen oder blaßrothen Blumensternen geschmückt ist; wohl mag derselbe einen Jäger oder Hirten zu einem frischen Liede anregen, das, wie es aus dem Volksgemüth entsprossen, auch im Volksmunde fortlebt. Durch große duftige, lebhaft gefärbte, wenn auch einfache Blumen ist die sogenannte gallische Rose ausgezeichnet; die prächtigste unter den einfachen Rosen aber ist die japanische Runzelrose (Rosa rugosa), die sich mit Recht in unseren Gärten einbürgert und hier und da schon halb verwildert ist.

Doch ihre volle Schönheit, die das schlichte Naturgefühl und den gebildeten Geschmack in gleicher Weise zur Bewunderung zwingt, ihre poetische und kulturgeschichtliche Bedeutung hat die Rose erst gewonnen, seit sie vom Waldrande in den Garten verpflanzt, vom Menschen in Obhut genommen und vervollkommnet wurde; noch jetzt überrascht sie von Jahr zu Jahr durch immer neue und vollendetere Gestaltungen. Denn es ist mit den Blumen, wie mit den Menschen; in den immer gleichen Verhältnissen des freien Naturlebens ähneln sich die Geschlechter in naturwüchsiger Einförmigkeit, und die edelsten Anlagen bleiben unentwickelt; erst die Kultur mit ihren tausendfach abgestuften Bedingungen giebt reicher begabten Naturen Raum zur vollkommenen Entfaltung, und sorgsame Erziehung bildet jegliche Anlage zu ungeahnter Vollendung aus.

Werden die Samen von gewissen wilden Rosen in fruchtbaren Gartenboden ausgesät, so gehen daraus Pflanzen hervor, von denen die meisten sich in ihren Blüthen wenig oder gar nicht von der

Mutterform unterscheiden; doch die eine oder die andere unter den Keimpflanzen wird vielleicht größere Blumen mit vermehrter Blätterzahl hervorbringen; unter der Nachkommenschaft der letzteren pflegen sich wohl noch vollkommenere Formen zu finden; werden durch eine Reihe von Generationen immer nur die vollkommensten Blumen zur Nachzucht benutzt, so gelingt es wohl endlich, eine Rose heranzuziehen, die an Schönheit alle bis dahin bekannten übertrifft. [9]) Leichter und rascher wird der Gärtner zu erwünschtem Ziele kommen, wenn er zwei Rosenarten kreuzt, das heißt, wenn er den Blüthenstaub der einen auf die Narben einer anderen Art überträgt; denn aus den so gewonnenen Früchten werden Pflanzen hervorgehen, in denen die Vorzüge beider Arten sich harmonisch gepaart haben, oder wo ganz neue, nie vorher beobachtete Tugenden zum Vorschein kommen. Ist dem Gärtner nach jahrelangem Mühen ein solcher Erfolg zu Theil geworden, so vermehrt er ihn, indem er von der neuen edlen Form einzelne Zweige oder auch bloße Knospen abschneidet und diese durch geschickte Kunstgriffe mit bewurzelten Stämmchen der wilden Form verwachsen läßt, wenn er, wie der Kunstausdruck lautet, das Edelreis oder das Edelauge auf den Wildling pfropft; diese Operation bezeichnet er als Veredeln; ist sie gelungen, so treiben die Knospen des Pfröpflings aus und entwickeln sich zu einer Krone, die wohl schon im ersten Jahre einzelne, in den folgenden immer zahlreichere und schönere Blüthen hervorbringt; ihre Nahrung erhält dieselbe durch die Wurzeln des Wildlings, dessen eigene Sprosse sorgfältig beseitigt werden. [10]) Durch Veredeln kann eine neue Rosenform, welche im Garten eines Züchters aufgegangen ist, so rasch vermehrt werden, daß sie nach wenig Jahren in allen Rosengärten der Welt zu finden ist.

Vielleicht ist es ein Anzeichen für das verhältnißmäßig jugendliche Alter des Rosengeschlechts, daß sich dasselbe noch nicht in so scharf gesonderte Arten gespalten hat, wie dies bei solchen Gattungen der Fall zu sein pflegt, welche bereits mehrere geologische

Zeitalter überlebt haben. Wenigstens finden die Botaniker große Schwierigkeiten, selbst die einheimischen wilden Rosen durch zuverlässige und unveränderliche Merkmale „nach Nam' und Art" zu unterscheiden, da zwischen den verschiedenen Formen sich Uebergänge finden.[11]) Dazu kommt, daß alle Rosen sich leicht unter einander kreuzen lassen; solche Mischlinge, die aus der Kreuzung zweier Arten hervorgegangen, vereinigen nicht bloß, wie schon bemerkt, die Merkmale ihrer beiden Stammarten in überraschender Weise, sondern sie zeichnen sich oft auch durch üppige, fast übermäßige Größe und Füllung der Blumen, durch verlängerte Blüthenzeit wie durch neue hervorstechende Eigenschaften aus; gerade die schönsten unserer Gartenrosen sind solche Mittelformen, die durch absichtliche Vermischung zweier Arten von intelligenten Züchtern erzeugt wurden, nachdem dieselben die in den entlegensten Weltgegenden einheimischen Rosen durch Reisende hatten aufsuchen und in ihre Gärten zu kunstverständiger Pflege verpflanzen lassen.

Von vielen Rosen freilich, und zwar gerade von den schönsten, ist das Vaterland unbekannt; man weiß nicht, wann, und man weiß nicht, wo sie zuerst entstanden sind; sie sind immer nur durch Stecklinge oder durch Veredelung von Geschlecht zu Geschlecht, von Land zu Land verbreitet worden. Gleich den meisten Kulturgewächsen ist auch die Königin der Blumen heimathlos; sie gleicht dem Mädchen aus der Fremde: „man wußte nicht, woher sie kam." Dies gilt insbesondere von der Centifolie, der Damascenerrose, der Moosrose, der weißen Rose, der gelben Eglanterie und vielen anderen Rosenarten.[12])



III.

Schön ist die Rose bereits im Frühling, wenn sie ihr grünes Laubkleid angelegt hat; aus dem unterirdischen, bei manchen Arten weithin kriechenden Wurzelstock hat sie dann ihre schlanken, grünlichen oder röthlichen Stengel getrieben; sie sind mit geraden oder widerhakig gekrümmten, grünen, braunen oder scharlachrothen, häufig gepaarten Stacheln bewehrt, als hätte die Natur sie zu Wächtern der Unschuld hingestellt; kräftig genug, um jeden übermüthigen Angriff zurückzuweisen, geben sie dem Rosenstock einen eigenthümlichen, pikanten Reiz.[13]) Zwischen den Stacheln erheben sich oft weichere, mit rothen Köpfchen gekrönte Borstenhaare; bei der Moosrose sind diese zierlich verzweigt und hüllen selbst die Blüthenknospen wunderlich moosähnlich ein. Aehnliche moosartige, gelbgrüne oder rothe Faserbüschel bekleiden in krausem Gewirr auch die dicken, kugeligen Gallen, welche der Stich einer kleinen Gallwespe an den Blättern und Zweigen der Wein- und der Heckenrose hervorruft; das Mittelalter erblickte in diesen seltsamen Auswüchsen, die Dodonaeus 1582 mit den Stachelfrüchten der Edelkastanie, Caesalpinus 1588 mit kleinen Seeigeln vergleicht, den Sitz geheimer Kräfte

und verschaffte ihnen unter dem Namen der Rosen- oder Schlafäpfel selbst Aufnahme in den Apotheken.[14])

An den schlank aufschießenden Stengeln der Rose sitzen in Quincunxstellung die Laubblätter; ihre lebhafter gefärbte Oberseite ist hell- oder dunkelgrün, auch wohl kupferroth oder stahlblau angehaucht, bei manchen Arten mit grauem Flaum bekleidet, der bei anderen nur die Unterseite überzieht. Bald sind die Blätter zart und nur zu vergänglich, wie bei den meisten unserer einheimischen Rosen, bald spiegelnd und selbst immergrün, wie bei manchen südlichen Arten; bei der Mairose, dem „süßen Dornstrauch“ (sweet briar) der Engländer (Rosa rubiginosa), duften sie lieblich nach Wein. Zierlich ist der Bau des Rosenblattes; am langen, stachlig bewehrten Blattstiel, an dessen Grunde zwei schmale pfeilförmige oder kammartig zerschlitzte Nebenblättchen angewachsen sind, stehen zu beiden Seiten zwei bis drei, selten vier bis sieben Paar, an der Spitze außerdem noch ein unpaares Blättchen. Der Umriß dieser Blättchen ist kreisrund oder zeigt ein edles Oval, ihr Rand ist fein gesägt; ihre Laubfläche ist von gefiederten Rippen durchzogen, die oben vertieft, auf der Unterseite erhaben vorspringen und von einem feinen Adernetz durchflochten, manchmal selbst bestachelt sind; das ganze Gebilde, einem kleinen Zweige ähnlich, ist doch nur ein einziges Blatt, ein zusammengesetztes oder gefiedertes Blatt, wie es die



Schlafapfel (Rosenschwamm). Galle an der Weinrose (Rosa rubiginosa), verursacht durch die Rosengallwespe (Rhodites Rosae). Photographiert nach der Natur von R. Krull.

Botanik nennt: eine Form, die die Natur vielen der vollkommensten Gewächse verliehen hat; nur wenige Pflanzen, vor allen die Mimosen, übertreffen die Rose durch den noch reicher zusammengesetzten Bau ihrer Blätter.[15])

Wie alles Herrliche auf Erden langsam reift, so bedürfen auch die Blüthenknospen der Rose lange Zeit zu ihrer Ausbildung. Bald zeigen sie sich einzeln an den Laubzweigen, bald sind ihrer eine Anzahl doldenartig gesellt; bei der japanischen Büschelrose (Rosa multiflora) sind sie in pyramidale Sträuße gehäuft. Der ganze Frühlingsflor muß blühen und wieder verblühen, die Sänger des Waldes beginnen zu verstummen, und selbst die Nachtigall spricht nur noch selten ihre Sehnsucht nach der Rose in schwermüthigen Liedern aus, bevor diese aus dem Knospenschlummer erwacht und ihre Blumenaugen öffnet. Die Blüthezeit der Rosen, die Rosenzeit, bezeichnet die schönste Epoche des Jahres, wo die lindesten Lüfte, die feinsten Düfte, die leuchtendsten Farben mit den schönsten Formen sich zusammendrängen.[16])

Ebenso sinnig als naturwahr, schildert Ernst Schulze, der Dichter „der bezauberten Rose", das Entfalten der Rosenknospe:

„ . . . . Wie leis in tiefen Keimen
In sichrer Nacht der Rose Kelch sich webt,
Und dicht umhegt von grünen Blättersäumen
Vom frischen Quell der künft'gen Düfte lebt,
Und wenn auch schon in ihren engen Räumen
Die reiche Form sich üppig drängt und hebt,
Doch still der Geist, von Lust und Leid geschieden,
Noch schlummernd ruht in unbewußtem Frieden."

Vielleicht ist die Knospe die schönste Form, welche die Rose durchlebt, das Symbol alles Lieblichen auf Erden, der Unschuld, der Jugend, der Hoffnung, der keimenden Liebe, der ihrer Schönheit noch unbewußten Jungfräulichkeit. Goethe sagt von ihr:

„Rosenknospe, du bist dem lieblichen Mädchen gewidmet,
Die als die herrlichste sich, als die bescheidenste zeigt."

Aber allmählich füllt sich die Knospe, ihr Busen schwillt und sucht das enge Mieder zu zersprengen; ein leises Erröthen dämmert durch die eng geschlossenen Blättchen. Endlich, an einem thauigen Junimorgen hat die Blume sich geöffnet und blickt schüchtern in die Welt umher:

„Indem gemach die Hüllen sich entfalten,
Und sich mit Gold des Busens Tiefe füllt,
Blickt heller stets durch seines Kerkers Falten
Mit frischer Lust das hold verschämte Bild,
Und freut sich still der wechselnden Gestalten,
Die bunt umher die neue Welt enthüllt;
Ihr süßer Duft, des Athems erstes Weben
Ist Liebe schon und wähnt, es sei nur Leben."

Auf schwankendem, stachelbewehrtem Blüthenstiel wiegt die Blumenkönigin ihr Haupt und neigt es verschämt abwärts. Nach außen umschließt es der Blüthenbecher; er ist einem edelgeformten Kelche gleich, glockig gewölbt, am Halse verengt wie ein Römerglas oder auch kegelförmig wie ein Kreisel oder wie ein Spitzglas. An der Außenseite ist der Blüthenbecher grün oder röthlich angeflogen, glatt oder von purpurnen Borsten rauh: seine Innenseite ist mit silberglänzendem Haarpelz ausgekleidet. Den oberen Rand des Blüthenbechers umgiebt ein weißer oder goldgelber Ring, der wulstartig nach innen vorspringend, die Mündung verengt. Oberhalb dieses Ringes geht der Blüthenbecherrand in fünf grüne Blattzipfel aus, die später ausgebreitet oder zurückgeschlagen, bald einfach, lang, schmal und spitz, bald am Rande zierlich ausgeschnitten, zur Zeit der Knospe das Innere wie ein süßes Geheimniß verbergen; sie bilden den fünfblättrigen Rosenkelch.[17])

Dann folgt die Schaar der großen, kreis- oder herzförmigen Blumenblätter; sie sind mit kurzen Nägeln auf der Außenseite des Ringwulstes aufgereiht: in einfachem Quincunx bei den wilden, zu unbegrenzter Zahl vermehrt bei den gefüllten Gartenrosen; dann aber nicht steif pedantisch hinter einander gestellt, wie bei der Geor-

gine oder bei der Kamellie, noch in so lüderlicher Unordnung, wie bei der chinesischen Päonie oder beim gefüllten Mohn; in anmuthiger und maßvoller Freiheit schließen sie sich zu vollendeter Kugelgestalt an einander, als hätte die Hand der Grazien sie geordnet.

Die Blumenblätter bilden die Krone oder Korolle der Rose; sie allein athmen den lieblichen Duft aus; sie besitzen das zierlichste Geäder und eine so zarte Haut, daß die Dichter sie von jeher mit der Wange eines Mädchens verglichen; in ihnen ist die ganze Skala der Farben vertreten, welche die wechselnden Empfindungen auf dem menschlichen Antlitz malen. Jene Rose trägt die bleiche Farbe der Sehnsucht und Schwermuth, dieser ist des Gedankens Blässe angekränkelt, eine dritte zeigt das holde Erröthen der Unschuld, eine vierte ist überhaucht vom zarten Purpur der Freude und der Liebe, auf einer anderen glüht das brennende Roth der Leidenschaft; selbst die gelbe Farbe des Neides ist in der Eglanteria vertreten. Manche Rosen sind zweifarbig, außen roth und innen weiß.[18]) Eine blaue oder schwarze Rose hervorzubringen, gehört dagegen noch zu den frommen Wünschen bizarrer Gärtner, und auch die grüne Rose ist nur eine krankhafte Mißbildung.[19])



Längsschnitt durch die Blüthe der Bibernellrose (Rosa pimpinellifolia). Nach Baillon.

An die Blumenkrone oder Korolle schließt sich ein Kranz von sehr zahlreichen Staubgefäßen, die auf silberweißen Fäden goldgelbe, der Länge nach in zwei Fächer getheilte Staubkölbchen tragen; sie sind oberhalb der Blumenblätter auf dem Rande des Ringwulstes angeheftet. Die Innenfläche des Blüthenbechers trägt dreißig bis hundert Stempel, deren länglich eiförmige Fruchtknoten in die rauhhaarige Auskleidung eingebettet sind; nach aufwärts verlängern dieselben sich in fädliche Griffel, die entweder getrennt oder zu einer Säule vereint, durch den Ring hindurch sich nach außen drängen;

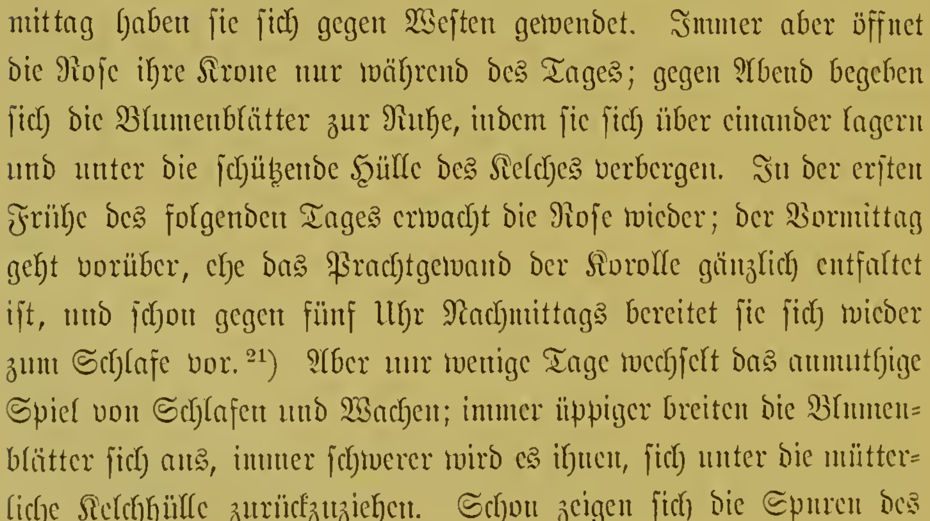
hier schwellen sie zu den hellgelben Narben an; die Mündung des Blüthenbechers wird durch das Narbenbüschel wie von einem halbkugeligen Sammetpolster verschlossen.

So ist die blühende Rose wie eine Braut geschmückt; die Korolle ist ihr Hochzeitskleid, der Kranz der Staubgefäße ihr goldenes Diadem. Ob der Duft die Sprache sei, in der sie ihr Inneres ausströmt, wie die Nachtigall in ihren Liedern, wollen wir dahin gestellt sein lassen, obwohl nicht bloß Dichter, sondern selbst sentimentale Naturforscher es gemeint haben.[20])



Ein Stempel aus der Frucht (Hagebutte) der Bibernellrose.

Es scheint, als habe mit dem Blühen für die Rose ein neues Leben begonnen. Wenn die Pflanze sonst still und starr erscheint, so ist die Blume von lebendiger Unruhe durchbebt; sie zeigt sich empfindlich gegen äußere Reize und antwortet auf dieselben durch lebendige Bewegung. Wie die Klytia der griechischen Mythe, wendet die Rose ihr erröthendes Antlitz verlangend der Sonne zu, und wenn es ihr irgend möglich, folgt sie derselben in ihrem Tageslaufe; am Vormittag sind an einem blühenden Rosenstrauch alle Blumen nach Osten gerichtet, am Nachmittag haben sie sich gegen Westen gewendet. Immer aber öffnet die Rose ihre Krone nur während des Tages; gegen Abend begeben sich die Blumenblätter zur Ruhe, indem sie sich über einander lagern und unter die schützende Hülle des Kelches verbergen. In der ersten Frühe des folgenden Tages erwacht die Rose wieder; der Vormittag geht vorüber, ehe das Prachtgewand der Korolle gänzlich entfaltet ist, und schon gegen fünf Uhr Nachmittags bereitet sie sich wieder zum Schlafe vor.[21]) Aber nur wenige Tage wechselt das anmuthige Spiel von Schlafen und Wachen; immer üppiger breiten die Blumenblätter sich aus, immer schwerer wird es ihnen, sich unter die mütterliche Kelchhülle zurückzuziehen. Schon zeigen sich die Spuren des



Verfalls, der zarte Purpur verfärbt sich, die Blättchen rollen sich ein, die anmuthige Ordnung wird verwirrt, und plötzlich entblättert ein stärkerer Windhauch die verblühte Rose:

> Schlimme Loose, daß der himmliche Zorn
> Jeder Rose beigegeben den Dorn;
> Aber schlimmer, daß die Rose verblüht;
> Doch noch immer sticht der Dorn im Gemüth!

Vielleicht ist es gerade die kurze Lebensdauer der Rose, welche ihr ihren höchsten Reiz verleiht, das Symbol unserer eigenen Vergänglichkeit, wie schon der alte Plinius sinnig ausspricht: „Blumen und Blüthenduft erschafft die Natur nur für einen Tag, auf daß sie den Menschen lebhaft daran erinnern sollen, daß Alles, was am schönsten blüht, auch am schnellsten verwelke." [22])



Sogenannter Rosenkönig.
Aus der Mitte einer Rose sproßt eine zweite Blüthe mit Laubblätter.
Photographie nach der Natur von R. Krull.

Mitunter sproßt aus der Mitte einer Rose auf kurzem Stiele eine zweite, meist kleinere und unvollkommen ausgebildete Blüthe oder auch ein Laubbüschel heraus; der Botaniker nennt sie dann eine durchwachsene oder proliferirende Rose; im Munde des Volkes wird sie Rosenkönig genannt. [23])

Bei der wilden einfachen und auch bei vielen Gartenrosen schwillt der Blüthenbecher gewaltig an, nachdem die Staubkölbchen ihren Blüthenstaub auf die Narben entleert haben; Bienen und Käfer, die in der Krone' sich tummeln, um aus dieser den nahr=

haften Blüthenstaub auszurauben, helfen denselben über das Narbenbüschel ausstreuen. Sind die Narben befruchtet, so vertrocknen sie sammt den Griffeln; das grüne Gewebe des Blüthenbechers färbt sich scharlachroth, auch wohl orange, dunkelbraun und selbst purpurschwarz, wird süß und saftig und stellt schließlich die Hagebutte dar, die, von den aufrechten oder zurückgebogenen Kelchzipfeln gekrönt, im Innern zahlreiche Samenkörner birgt; diese sind aus den Fruchtknoten hervorgegangen und schließen jedes einen lebensfähigen Keim in steinharter, borstig behaarter Schale ein.

Die lockenden Früchte werden von den Vögeln aufgesucht, die das süße Fleisch verzehren, während die unverdaulichen Samen zu späterer Keimung ausgestreut werden; auch der Mensch verschmäht es nicht, die reife Hagebutte sich zum Genuß zu sammeln. Leicht gelingt es daher auch den Rosen, aus dem Gehege der Gärten zu entfliehen, und wenn Klima und Boden ihnen günstig sind, sich im fremden Lande einzubürgern; in der That werden viele in neuerer Zeit erst eingeführte Rosenarten bei uns bereits in ganz oder halb verwildertem Zustande angetroffen.[24])

Bei den schönsten Gartenrosen freilich ist mit dem Verblühen auch ihr Lebenskreis abgeschlossen; während bei den übrigen Blumen an die kurze Blüthezeit noch eine zweite, stillere Lebensepoche sich anschließt, die der mütterlichen Pflege der Samen gewidmet ist, stirbt die Blumenkönigin als Braut einen jungfräulichen Tod.



IV.

Können wir uns wundern, daß eine Pflanze, deren ganzes Leben in Poesie getaucht ist, schon seit den ältesten Zeiten von dem Menschen geliebt und gepflegt und zu täglicher Gesellschaft in die Nähe seines Hauses gezogen wurde? Zwar geschieht weder in



„Rose von Jericho“ (Anastatica hierochuntina).
a Trocken, mit rosettenartig eingekrümmten Zweigen. b Befruchtet, mit ausgebreiteten Zweigen. Photographie nach der Natur von R. Krull.

den alten babylonischen noch in den assyrischen Denkmälern der Rose jemals Erwähnung;[25]) ebenso fehlen die Rosen in den Gärten des Königs Salomo, die das hohe Lied besingt; sie werden ebenso wenig im Alten wie im Neuen Testament erwähnt;[26]) denn die „Rose von Saron“ ist eine Lilie und verdankt ihren Namen nur einer falschen Uebersetzung; die „Rose von Jericho“ ist weder aus Jericho, noch eine Rose, sondern sie ist ein zu den Kreuzblüthern gehöriges, mit unserem Hirtentäschelkraut verwandtes, holziges Sträuch=

lein der arabischen und libyschen Wüste; verdorrt krümmen seine Zweige sich zur Rosette zusammen und breiten angefeuchtet sich wieder flach aus.[27]) Es scheint, als ob im ganzen Gebiete des semitischen Völkerstammes die Edelrosen ursprünglich nicht gepflegt gewesen sind; wenigstens giebt es kein echtes semitisches Wort für Rose, und erst spät scheint diese Blume, wie ihr Name, aus arischen Ländern eingeführt worden zu sein.[28])

Auch in Aegypten war zur Pharaonenzeit die Rose unbekannt, sie fehlt in den Skulpturen und ist auch in den Inschriften und Papyrusrollen des alten Reiches nicht aufzufinden; erst als um die Mitte des sechsten Jahrhunderts v. Chr. das bis dahin von der Welt abgeschlossene Land sich dem griechischen Handelsverkehr erschloß und bald darauf unter persische Herrschaft verfiel, erblühten die Rosen auch am Nil; besonders gepriesen waren die Rosengärten des Fajum, die auch im Winter so viel Blumen lieferten, um den Bedarf der Weltstadt Rom in einer Jahreszeit zu decken, wo es damals dort noch keine Rosen gab;[29]) mit ihnen wetteiferten die Rosen von Kyrene, die duftigsten von allen.[30])

In Griechenland dagegen finden wir die Rosen schon in frühester Zeit, so daß wir gleich allem Schönsten, was unser Leben noch heute verherrlicht, auch die Königin der Blumen dem hellenischen Alterthume zu verdanken haben. Zwar erwähnt Homeros selbst noch nicht die Blume, obwohl er das Rosenöl kennt und die Morgenröthe rosenfingerig nennt; doch singen bereits die ältesten Lyriker seit den Zeiten der Sappho (600 v. Chr.) das Lob der Rose. Wie der Weinstock und der Wein, so scheinen auch die Gartenrosen auf zwei verschiedenen Wegen aus Asien nach Griechenland gekommen zu sein. Eine Art mag aus Persien nach dem kleinasiatischen Jonien und von hier über die Inselwelt des Aegeischen Meeres, Cypern, Kreta, Rhodos sich verbreitet haben; eine andere Art ist wahrscheinlich über Thrazien und Makedonien gekommen, jenen stammverwandten Ländern der Balkanhalbinsel im Norden der Hellenen,

von denen diese noch manche Gabe ihrer Kultur empfangen haben, vor allem den Dienst des Dionysos und vielleicht den Weinbau selbst. Schon Herodotos spricht von den „sogenannten Gärten des Königs Midas“ am Bermiongebirge in Makedonien, die dieser aus Gordion in Phrygien dorthin verpflanzt haben mochte, noch in späteren Zeiten gepriesen wegen der dort von selbst wachsenden sechzigblätterigen Rosen, die an Wohlgeruch alle anderen übertrafen.[31]) Im Zeitalter Alexanders des Großen gab Theophrastos in seiner Naturgeschichte der Pflanzen eine Beschreibung der Rosen und ihrer Pflege, der die späteren Naturforscher bis in die neuere Zeit wenig hinzuzufügen wußten;[32]) hier werden auch die Centifolien aus dem makedonischen Philippi erwähnt. Noch heute berühmt sind die duftigen Rosenthäler im Süden des Balkan, die vor zwei Jahrzehnten als Schauplatz blutigen Kriegsgetümmels die allgemeine Theilnahme in Anspruch nahmen.[33])

Wie die Rosen aussahen, die in den alten griechischen und römischen Gärten blühten, wissen wir nicht. Weder die Abbildungen in den pompejanischen und römischen Wandmalereien, noch die plastischen Darstellungen an einzelnen Statuen, noch auch die Beschreibungen der alten Naturforscher sind genau genug, um die Arten der antiken Rosen mit Sicherheit zu bestimmen. Wir wissen nur, daß mehrere Arten von wilden und Gartenrosen unterschieden wurden, daß sie an niedrigen und höheren, schwach oder stark bestachelten Dornsträuchern wuchsen, daß es einfache, halb und ganz gefüllte, weiße, fleischfarbene, hell- und brennendrothe Rosen gab (gelbe Rosen werden nicht erwähnt), daß sie als die letzten der Frühlingsblüthen sich öffneten und am schnellsten verblühten, daß man indeß frühe und späte Sorten kannte; in Kampanien gab es Centifolien, die zweimal im Jahre blühten, und im spanischen Karthago, dem heutigen Cartagena, blühten sie das ganze Jahre hindurch. Theophrastos kennt auch die immergrüne Rose; Plinius nennt acht bis zehn verschiedene, in den Gärten Italiens gepflegte Arten, die nach

ihrem Namen zu schließen, mit Ausnahme einer einzigen, aus Griechenland oder Kleinasien stammten.[34])

Bei den Römern steigerte sich die Liebe zur Rose zu einer Rosenmanie, wie die Geschichte der Blumen uns kein zweites Beispiel darbietet. Rosenparterres waren nicht nur der schönste Schmuck der römischen Villen; sie besaßen auch besondere Rosengärten (rosaria), deren Anlage schon Varro empfiehlt; um die geliebte Blume auch während des Winters nicht entbehren zu müssen, bezog man ganze Schiffsladungen voll Rosen aus dem milden Klima von Aegypten, ganz so, wie heutzutage Deutschland im Winter die Rosen aus der Riviera bezieht. Bald lernte man die Rosen auch in der kalten Jahreszeit in Glashäusern treiben. Anmuthig ist das Gedicht, mit dem ein Landsmann der Sappho, Krinagoras von Lesbos, einen Kranz von Rosen begleitete, den er einer Prinzessin aus dem Hause des Augustus zu ihrem Geburtstage mitten im Winter übersandte:

„Sonst öffnet erst die Rosen des Lenzes Sonnenlauf;
Wir schlossen schon im Winter die Purpurkelche auf:

Gern lächelnd am Geburtstag von dir, hochedle Braut,
Der bald des Hochzeitstages glücksel'ger Morgen graut;

Denn schöner noch, als harren auf Lüfte lind und lau,
Ist: deine Stirn zu kränzen, du allerschönste Frau.“[35])

Die Schriftsteller der römischen Kaiserzeit führen es als Beweis für den raffinirten Luxus ihrer Epoche an, daß man jetzt „im Sommer Eis und im Winter Rosen“ (aestivae nives, hibernae rosae) habe; schon Martialis bemerkt, daß an Rosenfülle im Winter der Tiber dem Nil nicht mehr nachstehe, obwohl dort die Natur, hier die Kunst die Blumen hervortreibe.

In der That waren den Alten die Rosen unentbehrlich; kein fröhliches, kein Trauerfest, kein politischer Aufzug, keine gottesdienstliche Feier konnte ohne Rosen begangen werden. Freilich war die Verwendung der Rosen im Alterthum eine ganz andere als heutzutage üblich. Der Rosenstrauß, der Rosenbusch, oder wie wir es

gewöhnlich mit einem französischen Lehnwort bezeichnen, das Rosen-bouquet, war merkwürdiger Weise bei den Alten nicht üblich; um so mehr wurden die Rosen für zwei andere Formen verwendet, die heute viel seltener in Gebrauch kommen, für die Guirlande und für den Kranz.[36]) War doch bereits zu des Aristophanes Zeiten in Athen das Kränzeflechten nicht bloß zu einem Gewerbe, sondern zu einer Kunst geworden; das von Pausias (um 377 v. Chr.) gemalte Portrait der berühmtesten jener Kranzwinderinnen wurde noch 450 Jahre später zu Plinius' Zeiten bewundert und theuer bezahlt; durch Goethes liebliche Dichtung ist es zu neuem Leben aufgefrischt worden. Es war alte Sitte, den Rosenkranz auf das von Rosenöl duftende Haar zu drücken, bevor man zur festlichen Tafel ging; man glaubte, daß der Duft der Rosen der Trunkenheit wehre, als vermöchte die Blume der Grazien schon durch ihre Gegenwart vor allem Unschönen zu bewahren. Da jedoch die Centifolie zu schwer auf dem Haupte wuchtet, so liebte man es, Rosenblätter an Fäden zu Kränzen an einander zu reihen, mit denen Männer und Frauen Stirn, Hals und Arm schmückten, wenn sie es nicht gar vorzogen, künstliche, aus gefärbtem Horn gedrechselte Blumen in den Kranz zu flechten. Man umwand den Becher mit Rosen, beschüttete mit Rosen den Speisetisch, ruhte auf „Rosenlagern", d. h. auf Kissen, die mit Rosenblättern gefüllt waren; man bestreute den Fußboden mit Rosen, um „auf Rosen zu wandeln"; die Säulen und Wände des Festsaales waren mit Rosenguirlanden behängt; den Saal kühlten Fontainen, in denen Rosenwasser sprang. Die Rosen nahmen selbst Antheil an den Speisen; die römischen Kochbücher geben uns Recepte für Rosenpuddings, Rosenconfitüren, eingemachte Rosen, wie sie zum Theil heute noch im Orient gebräuchlich sind; köstlich war der Rosen-wein, dem Nektar der Götter gleich.[37]) Wenn der genügsame Horaz seinem Diener zuruft, für ein Festmahl nicht allzu ängstlich zu suchen:

„— wo die letzte Rose
Blüht im Verborgnen,"

so ließ dagegen Kleopatra ihren Fußboden mit Rosen ellenhoch überschütten und ein Netz darüber spannen, den Boden recht elastisch zu machen, so daß sie für ein einziges Diner 4500 Mark allein für Rosen ausgab. Nero bezahlte sogar einmal eine Tonne Goldes für die Rosen, die er im Winter zu einem Feste aus Alexandrien kommen ließ, und der wahnsinnige Kaiser Heliogabalus ließ Rosen, Lilien, Hyacinthen, Narcissen und Violen[38]) von der Decke des Festsaales in solcher Menge herabregnen, daß viele Gäste, die sich nicht schnell genug entfernen konnten, in den Blumen erstickten.

Den Alten waren nicht nur für ihre Festgelage die Rosen unentbehrlich; auch die Opferthiere waren mit Rosen bekränzt, ebenso das Haupt des Priesters, der sie darbrachte, und die Bildsäule des Gottes, dem man sie weihte; vor allen den Gottheiten der Liebe, der Anmuth und der Freude, der Aphrodite, dem Eros, dem Dionysos und den Chariten war die Rose geheiligt. Einen Kranz von Rosen und Myrten trug die Braut unter ihrem rosenfarbenen Schleier, wenn sie in das von Blumengewinden geschmückte Haus ihres Gatten einzog. Wenn der siegreiche Feldherr triumphirend nach der ewigen Stadt zurückkehrte, wurden ihm „Rosen auf den Weg gestreut"; er selbst und seine Legionen hatten Helme und Schilde mit Blumen umwunden. Aber nur nach dem Siege war es gestattet, sich mit Rosen zu bekränzen; denn die Rose war das Sinnbild der Freude. Plinius erzählt von einem Bankier L. Fulvius, der zur Zeit des zweiten punischen Krieges, als der Staat in der größten Gefahr schwebte, unvorsichtiger Weise mit einem Rosenkranze auf dem Haupte sich auf seinem Balkon hatte sehen lassen, deswegen eingekerkert und erst nach Beendigung des Krieges entlassen wurde.

Und wie die Rose die Blume der Vergänglichkeit ist, so nahm sie auch Theil an der Feier der Todten. Der Körper des Dahingeschiedenen ward mit Rosenöl gesalbt, man trug ihn hinaus, das Haupt mit Rosen bekränzt, Bahre und Scheiterhaufen waren mit

Rosen- und Violengewinden behangen. Auf das Grab wurden Kränze gelegt, Blumen gestreut und Rosen gepflanzt. Ein alter Dichter schildert das Grabmal des Sophokles:

„Leise umfangt den Hügel des Sophokles, Ranken des Epheus!
Treibet das grüne Gelock über des Schlummernden Grab!
Rosen, entfaltet den Kelch, den purpurnen! Ueber den Hügel
Gieße der Reben Geflecht, traubenbeladen, sich her!
Schöne Symbole der Kunst, die im Chor der himmlischen Musen
Und der Grazien einst sinnig der Süße geübt!"

Bis auf den heutigen Tag haben sich in Italien antike Steininschriften erhalten, in denen Verstorbene ein Legat aussetzen, „damit es ihren Gräbern nie an Rosen fehlen möge". Die fromme Sitte der Alten feierte einmal im Jahre ein Rosenfest, wo die Gräber der Geliebten neu bekränzt und ihre Grabsteine mit Rosenöl gesalbt wurden.[39]) Freilich meint Anakreon:

„Frommt es auch, den Stein zu salben?
Frommt's, der Erde darzugießen?
Mich, den Lebenden, beträufle
Mit Gedüft; mit Rosen schmücke
Mir das Haupt; die Freundin rufe,
Denn bevor ich dort hinab muß
Zu des Schattenreiches Tänzen,
Will ich allen Gram verscheuchen!"

V.

Der weltentsagenden Sitte des ersten Christenthums widerstrebte der schwelgerische Rosenkultus, er erschien ihr als heidnisch, es wurde den Todten der Blumenschmuck, der Braut der Rosenkranz verboten. Die Stürme der Völkerwanderung, die über die Länder des klassischen Alterthums hereinbrachen, vernichteten auch die Rosengärten, mit denen hier poetischer Lebensgenuß, dort verschwenderischer Luxus das römische Reich bedeckt hatten. Wo einst die Rosengärten des laulichen Pästum zweimal im Jahre geblüht hatten, da entstand eine fieberbrütende, mit Stechapfel, Attich und

Disteln bewachsene, von todtbringender Malaria heimgesuchte Steppe, in der nur die erhabensten Tempel von einer großen Vergangenheit zeugen. Auf der Stätte jener Sybaritenstadt, wo einst der Schwelger die ganze Nacht nicht schlafen konnte, weil sich ein Blättchen auf seinem Rosenlager zerknittert hatte, da ist heutigen Tages keine einzige Rose mehr zu finden.

Als endlich nach Jahrhunderte langem Winterschlafe wieder die Keime der neuen Kultur sich schüchtern ans Licht hervor wagten, da begann auch eine neue Rosenzeit. Schon im Garten der Königin Ultrogotho, welchen ihr Gemahl Childebert I. († 558) bei dem Königspalast in Paris angelegt hatte, blühten nach der Schilderung eines Zeitgenossen, des Venantius Fortunatus, zwischen Blumenbeeten, Rebenlauben und Obstpflanzungen auch Rosen:

„Hier erweckt der purpurne Lenz den grünenden Rasen,
Streut paradiesischen Duft über das Rosengebüsch."

In der siebzigsten Kapitulare, in der Karl der Große die Pflanzen aufzählte, die er in den Gärten seiner Pfalzen angepflanzt wissen will, nehmen die Rosen neben den Lilien wieder die erste Stelle ein; sie wurden vermuthlich gleich den andern, in jener merkwürdigen und einflußreichen Verordnung erwähnten Obst-, Gemüse- und Arzneipflanzen aus den Klostergärten Italiens eingeführt; die Rosen selbst verdankten ihren Platz nicht so wohl ihrer Schönheit, als vielmehr ihrer medizinischen Verwendung.[40]) In dem aus der Mitte des neunten Jahrhunderts (830) stammenden Plan der Klosteranlagen von St. Gallen, den der Abt Gozbert von einem italienischen Benediktiner zeichnen ließ, ist auch für die Rosen ein besonderes Gartenbeet bestimmt.[41]) Die romanischen und germanischen Völker, auf die in der neuen Zeit der weltgeschichtliche Beruf übergeht, wetteifern in der Liebe zur Rose. In den alten deutschen Sagen spielt die Rose eine Rolle; das Heldenbuch erzählt von dem Rosengarten des Zwergkönigs Laurin bei Bozen, der jetzt in ein himmelstarrendendes Dolomitgebirge verzaubert ist und nur noch

bei sinkender Abendsonne in der alten Rosenpracht erglüht. Verschwunden ist auch der vielbesungene Rosengarten auf der Rheinau bei Worms, den Kriemhild angelegt und statt der Mauer mit einem seidenen Faden umgeben hatte; die Ritter, die mit ihrem Blute den Garten vertheidigten, erhielten als schönste Belohnung einen Rosenkranz und einen Kuß von Kriemhilden.[42]) Unser lieblichstes Volksmärchen, Dornröschen, ist eine poetische Verherrlichung der Blumenkönigin, welche hinter ihren Dornenhecken schläft, bis der heiße Kuß der Frühlingssonne sie zu neuem Leben erweckt.

Die arabischen Kalifen, unter deren Herrschaft in Spanien, Sizilien und Kalabrien sich eine blühende Kultur entfaltet hatte, verpflanzten in die Gärten ihrer Paläste neben der Palme, der Orange, dem Jasmin, der Baumwolle, dem Reis, dem Zuckerrohr, der Papyrusstaude und vielen anderen Gewächsen ihrer sonnigen Heimath ohne Zweifel auch die schönsten Rosen des Orients.[43]) Die Kreuzzüge, welche Morgen- und Abendland nach Jahrhunderte langer Scheidung wieder in enge Berührung brachten, führten nach Europa auch Rosen aus dem Morgenlande, wo aus altklassischer Zeit der lebendigste Rosenkultus, die duftigsten Rosengärten sich erhalten hatten. Die Chroniken berichten, daß Thibault VI., der Graf von Champagne, um die Mitte des dreizehnten Jahrhunderts bei der Rückkehr vom Kreuzzuge eine Edelrose des gelobten Landes nach seinem Schlosse bei der Stadt Provins, 25 Kilometer im Süden von Paris gelegen, mitgebracht habe; sie ist von da aus über ganz Europa unter dem Namen der französischen oder Provinsrose (Rosa gallica, provincialis) verbreitet worden; an vielen Orten ist sie verwildert und hat sich eingebürgert, als wäre sie ein einheimisches Gewächs.[44]) Während des ganzen Mittelalters ist die Provinsrose in verschiedenen Spielarten und Farbentönen die einzige Gartenrose gewesen; wenigstens haben die Maler, die so häufig die „Madonna im Rosenhag" darstellten, bis über die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts nur die flachen, halbgefüllten Blumen der Rosa provincialis

dargestellt, wenn sie nicht, wie Stephan Lochner in einem Bilde des Kölner Museums, die einfache Wildrose zu Grunde legten.[45])

Anscheinend erst aus dem Zeitalter der Renaissance stammt die Einführung der Rose von Damascus, der Moschusrose von Schiras, „der Hafis besungenen Nachtigallbraut";[46]) ihre reichen rosenfarbenen Blüthendolden von herrlichem Duft spenden das kostbare „Atter Gul", das Rosenöl der Balkanländer und des Orients.

Vermuthlich fanden die Edelrosen am frühesten Aufnahme in den reichen Städten Italiens, vor allem in Florenz, von dessen rosengeschmückten Gärten bereits am Anfang des vierzehnten Jahrhunderts Boccaccio liebliche Schilderung entwirft. Aber weit länger dauerte es, bis die Pflege der Edelrosen auch jenseits der Alpen Eingang fand. Erst seit dem zweiten Drittel des sechzehnten Jahrhunderts gelangte hier die Gartenkunst zur Blüthe, als die gemilderten Sitten, in Verbindung mit der wachsenden Bildung und dem gesteigerten Wohlstand, die deutschen Fürsten, Ritter und Patrizier veranlaßten, an Stelle düsterer, auf unzugänglichen Felsen eingezwängter Burgen heitere Lustschlösser und kunstgeschmückte Landhäuser in der freien Ebene aufzubauen. Der lebhafte, bald kriegerische, oft aber auch friedliche Verkehr, der sich allmählich zwischen dem deutschen Kaiserhof und der hohen Pforte angesponnen, deren Herrschaft ja einst bis fast an die Thore Wiens sich erstreckte, vermittelte auch die Einführung einer ganzen Anzahl von Ziergewächsen, welche die Türken aus ihren heimischen Steppen oder aus den von ihnen eroberten Ländern in die Gärten von Stambul verpflanzt hatten. Bis dahin waren die Gärten des Abendlandes bis zum Mai blumenleer gewesen; erst damals gelangten nach dem Westen alle jenen lieblichen und farbenreichen Zierden der Frühlingsflora: Tulpen, Hyacinthen, Kaiserkronen und gefüllte Ranunkeln; in ihrer Gesellschaft erschienen gar bald zugleich mit dem lilafarbenen Flieder, der Roßkastanie und der Trauerweide auch Rosen aus dem Orient; von Wien aus verbreiteten sich die neuen Einführungen bald über

Deutschland und in die flandrischen Provinzen, die bis zum heutigen Tag ein Mittelpunkt der Blumenpflege und des Blumenhandels geblieben sind. Doch war die Centifolie noch gegen Ende des sechzehnten Jahrhunderts so selten in Mitteleuropa, daß der größte Botaniker jener Zeit, Charles de l'Ecluse (Clusius), die Gärten in Holland, in Wien und Frankfurt am Main einzeln anführt, wo Centifolien als Seltenheiten kultivirt wurden.[47])

Seitdem ist die Liebe zu den Rosen in ununterbrochenem Steigen begriffen. China und Japan haben uns neue, herrliche Arten geliefert, unter denen die Theerosen in Farbe und Duft den Preis der Schönheit verdienen; die Kunstgärtnerei überbietet sich in der Erziehung neuer Sorten durch Zuchtwahl und Kreuzung. Als das Paradies der Rosen gilt Frankreich, wo von Zeit zu Zeit ein ernster Areopag zu Gericht sitzt, um die Schönste unter den Schönen des Rosengeschlechts herauszufinden; in neuester Zeit sind auch Nordamerika, Belgien, England und Deutschland in erfolgreichen Wettbewerb getreten. Aus Frankreich stammen die meisten der neuen und prachtvollen Rosen, die im Verlaufe der letzten Jahrzehnte durch Glanz und Schnitt des Laubwerks, durch Größe und Färbung der Blumen und vor allem durch verlängerte Blüthenzeit unsere Bewunderung erregen und die älteren, bescheideneren Sorten aus unseren Gärten mehr und mehr verdrängt haben. Ist doch die Centifolie, obwohl in Duft und Zartheit der Färbung von dem Nachwuchs kaum übertroffen, doch bereits so selten geworden, daß sie vielleicht bald nur noch in Bauerngärten wird zu finden sein; mit der vollendeten Anmuth einer „La France", mit dem berauschenden Duft einer „Maréchal Niel-"Rose kann sie sich freilich nicht messen. Während das Alterthum nur bei Pästum zweimal blühende Rosen kannte, sind die Remontanten gegenwärtig in zahllosen Spielarten verbreitet; Dank ihnen dauert die Rosenzeit, über deren Kürze und Flüchtigkeit die Dichter von jeher zu klagen pflegten, jetzt den ganzen Sommer hindurch bis in den

Spätherbst, und jenseits der Alpen gehen die Rosen das ganze Jahr nicht aus.

In Frankreich war es auch, wo der regenberühmte, heilige Medardus schon im sechsten Jahrhundert ein Rosenfest gestiftet haben soll, bei dem alljährlich das schönste und tugendhafteste Mädchen des Dorfes Salleney von der Obrigkeit mit einem Rosenkranz geschmückt wird.[48]) Auch in den Liebeshöfen der Troubadoure galt eine Rose, welche die Dame ihrem Sänger überreicht, als der höchste Dank; und als die schöne Gräfin von Toulouse, Clemence Isaure, die noch heut bestehenden Blumenspiele stiftete, war eine wilde Rose (Eglantine) — freilich von Golde — der erste Preis für das schönste Lied. Nur einmal in der Weltgeschichte wurde die Rose, das Bild der Liebe und der Freude, zum Symbol blutigen Hasses in grausamem Bürgerkriege, als der Krieg der weißen und der rothen Rose England zerriß, der mit der Vereinigung der beiden Rosen seine Lösung fand; erst vor einigen Jahren ging der Rosenstock im Garten des Tempels zu London ein, von dem der Sage nach die Stifter der fürstlichen Häuser York und Lankaster ihre Parteizeichen gebrochen hatten.[49])

VI.

Soll ich hier noch von den Liedern sprechen, welche die Dichter aller Zeiten und Völker der Rose geweiht, von den Bildern, die sie von der Rose entlehnt haben?[50]) Hätte ich so viele Blätter, als mir hier Zeilen vergönnt sind, zu meiner Verfügung, ich könnte dieses Thema nicht erschöpfen. Fast alle Dichter des Alterthums, Sappho und Anakreon, Theokritos und Moschos, Horatius, Propertius und Ovidius, Catullus, Martialis und Ausonius haben die Rose in Elegien, Oden, Epigrammen gefeiert. Selbst nüchterne Prosaiker, wie Cicero und Seneca, gerathen in Extase, wenn sie von der Rose sprechen; der alte Plinius nennt sie „die Fürstin unter den Blumen, die größte Zierde des freien Landes und der

Gärten (princeps florum, maximum terrae hortorumque decus)". Und so erklingt das Lob der Rose als ein Echo aus der klassischen Zeit hinüber in das Mittelalter, durch die Lieder der romanischen Troubadoure und der deutschen Minnesänger, die Ballaten Dantes, die Sonette Petrarcas, die Canzonen und Madrigale von Tasso und wie alle die verschiedenen Dichtungsarten der verschiedenen Dichter heißen; es schwillt in der neueren und neuesten Zeit zu einem immer volleren, vielstimmigeren Chore an.

Die ganze Poesie des Orients erscheint wie eine unerschöpfliche Variation eines und desselben Themas, der Rose. Wie wir in Reineke Fuchs eine Thierfabel besitzen, so hat der Orient in seinem Gul=Nameh, dem Buch von der Rose, eine Blumenfabel, welche die Geschichte der Rose verherrlicht.

Es ist insbesondere die Liebe der Nachtigall zur Rose, die wie ein steter Refrain in den Liedern des Orients wiederkehrt. Dieser anmuthige Mythus läßt sich in unserer Sprache eigentlich gar nicht wiedergeben; denn abgesehen davon, daß Rose und Nachtigall im Deutschen beide weiblichen Geschlechts sind, wodurch ihr Liebes=verhältniß etwas Schiefes bekommt, so läßt auch unter unserem nordischen Himmel die Nachtigall, der Sänger des Frühlings, ihr Lied nur während der Zeit ertönen, wo die Rose noch nicht da ist, und sie schweigt gerade dann, wenn zu Anfang des Sommers die Rose erscheint. Wenn daher auch bei uns die Nachtigall die Rose besingen soll, so müßte sie es thun, wie jene Poeten, die ihre Lieder an ein „unbekanntes Ideal" richten. Im Orient da=gegen sind Rose und Nachtigall beide Boten des Frühlings; die Nachtigall bewohnt am liebsten die Rosengärten, sie empfindet solche Leidenschaft für die geliebte Blume, daß sie keine Rose kann pflücken sehen, ohne die Luft mit Schmerzensschrei zu erfüllen; sie berauscht sich so in ihren Düften, daß sie trunken vom Ast zu Boden fällt. So ist denn auch in der Poesie des Orients die Liebe der Nach=tigall zur Rose das Vorbild jeder irdischen Liebe. Hier erröthet

die Rose, wenn sie ihren Sänger vernimmt, und sein Lied lockt die Blume aus der Knospe. Dort wieder ist es die Liebe zur Rose, die der Nachtigall ihre Gesänge eingiebt:

„Wo hast du deine Lieder her, o Nachtigall?"
„„Ich danke sie der Liebe zu der Rose!""

In einem Liede beklagt sich in schwermüthigen Tönen die Nachtigall über die Spröde ihrer Geliebten und stirbt gebrochenen Herzens. In einem anderen studirt die Nachtigall jauchzend in den hundert Blättern der Rose das ewige Buch der Liebe:

„Hört, wie im Frühling die Freude, die Liebe nur kosen,
Und wie die Sprosser nur lesen in Büchern der Rosen!"

Und was die Nachtigall erkundet hat, das verkündigt sie freudig der Welt:

„Lieblich in der Rosenzeit hält die Liebe Schule,
Es docirt die Nachtigall vom Doktorenstuhle."

Fragt man aber: was ist der Inhalt ihrer Vorträge? so antwortet uns Saadi in seinem „Rosengarten (Gulistan)":

„Weißt du, was die Nachtigall
Uns predigt im Gesträuß?:
‚Was bist du für ein Mensch,
Der nichts von Liebe weiß?'"

Aber auch tieferer Weisheit Lehrerin ist die Rose dem sinnigen Dichter. Sie mahnt ihn, die flüchtige Gegenwart zu genießen, des Schönen sich zu erfreuen, das die Erde bietet, und der Dornen nicht zu achten, die selbst der Rose nicht fehlen:

„Nimm dir ein Exempel an den Rosen!
Auf der Sonne klares Angesicht,
Morgenthau und linder Oste Kosen
Thun sie nun und nimmermehr Verzicht!"

Mag auch der Frömmler solche Gedanken für frivol und gottlos halten, der Dichter antwortet:

„Daß du es begriffest, wie sie denkt, die Rose!
Nicht auf Erden denkt man, nicht in Aethers Schooße
Frömmere Gedanken, als sie hat die Rose!"

Die Rose lehrt die Vergänglichkeit alles Irdischen; aber sie enthüllt auch die ewige Größe des Weltgeistes, der sich in der Poesie des Frühlings, in der Schönheit der Blumen, in der Harmonie des Weltgebäudes offenbart:

„Preiset den Herrn! es blüht die Rose wieder;
Bulbul singt die alten Minnelieder,
Und die Knospe zerreißt ihr grünes Mieder:
Preiset den Herrn!"

Und so konnte Hafis, der persische Sänger, aus dessen Liedern ich diese Blumenlese entnommen, den Anfang und das Ende seiner Weisheit und seiner Poesie in dem Spruche zusammenfassen, mit dem auch wir unsere Betrachtung der Rose schließen wollen:

„Lern', o Schüler, echte Gnose!
Sieh! der Blüthenbusch der Rose
Predigt dir mit laut'rer Stimme,
Als der Feuerbusch des Mose!

Und aus ihm, sofern du nämlich
Nicht zu stumpfe, seelenlose
Sinne hast, wie lind und lieblich
Spricht zu dir der Herr, der Große!"





Erläuterungen.

[1]) (S. 187.) Zur Zeit des Tulpenschwindels in den Jahren 1634—1637 wurde in Haarlem die Tulpe „Semper Augustus" im Gewicht von 200 Aß mit 5500 Fl. bezahlt. Doch auch für eine neue schöne Rose sind dem Züchter von Handelsgärtnern, die sie auf den Markt bringen wollten, 4000—5000 Mark gezahlt worden.

[2]) (S. 189.) Schon Athenäus verspottet diejenigen, die in einen Kranz von Papierblumen Rosen binden; er findet dies ebenso lächerlich, als ob jemand Rosen in einem Kranz von Knoblauch verwenden wollte (XV. 468 nach Wönig l. c. S. 84).

[3]) (S. 189.) In den Systemen von Endlicher und A. Braun bildeten die Rosenblüther (Rosiflorae) und die Hülsenfrüchter (Leguminosae), unter letzteren wieder die Mimosen (Mimosaceae) den Gipfel der Pflanzenwelt. Dagegen hatte schon 1818 Augustin Pyrame de Candolle die Familie des Hahnenfuß (Ranunculaceae) an die Spitze des Pflanzenreichs gestellt. Gegenwärtig wird nach Eichlers Vorgang von den meisten Systematikern den Korbblüthern (Compositae) die oberste Stelle unter den Gewächsen eingeräumt, während die Familie der Rosen, die Rosaceen, sich in der Masse des Pflanzenvolkes verliert.

[4]) (S. 190.) Köhne (Deutsche Dendrologie, Stuttgart 1893 S. 273 ff.) zählt 62 in Deutschland ausdauernde Rosenarten auf; ihre Gesammtzahl auf der Erde wird gegenwärtig auf hundert geschätzt (Focke, Rosaceen in Engler, „Natürliche Pflanzenfamilien" Bd. III S. 47).

[5]) (S. 190.) Die Liliputrose (Rosa minima) ist eine Spielart der chinesischen Monatsrose (Rosa chinensis).

[6]) (S. 191.) Zu den Kletterrosen gehört die amerikanische Prärierose, die kriechende Feldrose, die Ayrshirerose unbekannter Herkunft, die immergrüne Rose in Südeuropa, die aus dem Orient stammende Moschusrose und die Banksrose von Japan.

[7]) (S. 192.) Der „tausendjährige" Rosenstock, das botanische Wahrzeichen von Hildesheim, gehört zu einer der häufigsten Spielarten der an Weg- und Waldrändern überall verbreiteten Heckenrose, Rosa canina, forma lutetiana; seine Geschichte ist durch Senator Dr. Römer in Hildesheim, den treuen Hüter der

künstlerischen und naturwissenschaftlichen Schätze dieser Stadt, klar gestellt worden (Der tausendjährige Rosenstock am Dome von Hildesheim. Hildesheim 1892). Gegenwärtig leben noch drei Ausläufer des unterirdischen Wurzelstockes, deren ältester 1863 ausgesproßt ist, und die mit ihren Laubzweigen die halbrunde Chormauer des Doms in einer Fläche von zwölf bis dreizehn Meter Höhe und Breite außen überziehen. Wie Römer nachgewiesen, ist für die Hildesheimer Rose kein älteres Zeugniß vorhanden, als ein ungedrucktes des Jesuiten Georg Elbers von 1664 und ein Gedicht des Hildesheimer Arztes Joh. Heinr. Cohausen von 1690, worin allerdings der Rosenstock schon fast ebenso groß geschildert wird als heutzutage, so daß demselben nachweislich ein Alter von etwa drei Jahrhunderten zukommt. Ob dieser Rosenstock jedoch auch schon früher wirklich existirt hat, muß so lange zweifelhaft bleiben, bis nicht schriftliche Zeugnisse dafür aufgefunden werden. Jedenfalls ist derselbe, wie Römer am Schlusse seiner Abhandlung hervorhebt, der nachweislich älteste aller bekannten Sträucher.

[8]) (S. 193.) Nur die Montezumarose in Mexiko (Rosa Montezumae), die zur Gruppe der Hundsrose (Rosa canina) gehört, und die abessinische Rose (Rosa abessinica), die eine Form der Moschusrose (Rosa moschata) ist, sind bis jetzt in tropischen Berglanden gefunden worden.

[9]) (S. 195.) Wenn wir, von ästhetischem Gefühl geleitet, die gefüllten Rosen als die vollkommeneren bezeichnet haben, so wird dieser Auffassung gewöhnlich entgegen gehalten, daß eine gefüllte Blume vom botanischen Standpunkt aus eine Mißbildung oder Monstrosität sei, gleich dem Kropf oder Buckel; denn allein aus der zweckwidrigen Verbildung der Staubgefäße in Blumenblätter gehe die vermehrte Zahl derselben hervor. Goethe hatte dies als rückschreitende Metamorphose bezeichnet; er erzählt uns, wie der einfache Natursinn seiner Freundinnen sich nicht darein habe finden können, daß seine Metamorphosenlehre ihnen die schönsten Rosen als regelwidrige Rückschritte gegen das Ziel der Natur ausgedeutet habe. Hierauf ist jedoch zu erwidern, daß bei den Rosen die Füllung der Blume zunächst gar nicht auf der Verwandlung von Staubblättern in Blumenblätter, sondern auf der Vermehrung der Blumenblätter beruht; auch in der gefüllten Rose können die Staubblätter vollzählig in regelmäßiger Ausbildung erhalten bleiben; die Kronblätter sind aber dann nicht, wie in der einfachen Rose, in einem fünfstrahligen Kreise, sondern in einer Schraubenlinie geordnet, wie dies bei den Staubgefäßen und Stempeln der einfachen Rose stets der Fall ist. Wir sind berechtigt, in der gesteigerten Erzeugung von Blumenblättern eine Vervollkommnung der Blüthe zu erblicken; denn wenn es die eigentliche Bestimmung der Blumenkrone ist, den Insekten in die Sinne zu fallen, welche beim Besuch der Blumen den Blüthenstaub auf die Narben übertragen, so wird dieser Zweck offenbar durch Vermehrung und Vergrößerung der Blumenblätter gefördert. Allerdings tritt in den übermäßig gefüllten und namentlich in den hybriden Rosen sehr häufig noch theilweise blumenblattartige Verbildung der

Staubgefäße und Stempel hinzu, wodurch die Fruchtbarkeit der Blumen natürlich gemindert oder ganz unterdrückt wird.

[10]) (S. 195.) Die modernen Nationen haben die Kunst des Veredelns von den Römern gelernt, wie schon die Namen der verschiedenen Methoden (Oculiren von oculus, Auge, Knospe; Kopuliren von copulari; Pfropfen von propagare; Impfen aus dem Griechischen ἐμφυτεύειν, Einpflanzen) beweisen; die Römer selbst hatten dieselben wahrscheinlich von den Griechen, diese wieder von semitischen Lehrmeistern überkommen. Zum Treiben der Rosen empfiehlt Plinius, um den Strauch, wenn er in Knospen steht, eine Grube zu ziehen und mit warmem Wasser zu gießen. Unter den vielen Vermehrungsarten der Rosen finde ich das Veredeln weder bei Theophrastos noch bei Plinius erwähnt. Sollte dasselbe bei den Rosen erst später in Uebung gekommen sein?

[11]) (S. 196.) „Es giebt charakterlose Geschlechter, denen man vielleicht keine Species zuschreiben kann, da sie sich in grenzenlose Varietäten verlieren; man wird mit diesen nie fertig, ja man verirrt sich vielmehr in ihnen, da sie jeder Bestimmung, jedem Gesetz entschlüpfen. Diese Geschlechter habe ich manchmal die ‚Lüderlichen' zu nennen mich erkühnt und die Rose mit diesem Epithet zu belegen gewagt, wodurch ihr freilich die Anmuth nicht verkannt werden kann. Besonders möchte Rosa canina sich diesen Vorwurf zuziehen." Goethe „Probleme," Naturwissenschaftliche Schriften, Weimar VII. S. 76. Hierzu bemerkt jedoch der Königsberger Botaniker, Ernst Meyer, den Goethe zu einer Erwiderung seiner „Probleme" aufgefordert hatte: „Wer die Rosen mit Ernst und anhaltendem Eifer betrachtet, wird die wahrhaften Arten von aller Mannigfaltigkeit der Formen gar bald herausfinden. Wer ist je in Versuchung gekommen, eine Rosa canina mit einer Rosa cinnamomea, arvensis, alpina, rubiginosa zu verwechseln? . . . Sollte aber wirklich in einer formenreichen Gattung durchaus keine Grenze zu finden sein, was hindert uns denn, sie als eine einzige Art, ihre Formen als Abarten zu behandeln?" Ebenda S. 90. Eine mustergiltige Bearbeitung der mitteleuropäischen Rosen verdanken wir Christ in Basel, „Die Rosen der Schweiz," 1873; verdienstvolle Monographen der gesammten Gattung Rosa sind Wallroth (Nordhausen, Rosae historia succincta 1825, Crepin (Brüssel) und Deséglise.

[12]) (S. 196.) Die Angaben über die Abstammung und die Urheimath der Gartenrosen beruhen größtentheils auf bloßen Vermuthungen; nur bei einigen der in neuerer Zeit in den Handel gebrachten Sorten ist Zeit und Ort der ersten Einführung, und bei Kreuzungen der Name der Stammformen mit Sicherheit nachzuweisen; für die seit altersher in die Gärten aufgenommenen Arten ist das um so weniger möglich, als dieselben wohl alle osteuropäischen oder orientalischen Ursprungs sind. Focke (Rosaceen in Engler „Natürliche Pflanzenfamilien" III. S. 47) und Engler (Hehn, Kulturpflanzen, 6. Aufl. S. 253) rechnen alle älteren Edelrosen, die Provinsrosen und die Centifolien in den Formen-

kreis der Rosa gallica; die Damascener, die weiße Rose erklären sie für Bastarde von Rosa gallica und canina. Daß die Provinsrose mit der R. gallica identisch sei, ist unbedingt zuzugeben; vergl. Erl. 44, der Ursprung der Centifolie und der Damascener Rose dagegen ist aus dem bisher vorliegenden geschichtlichen und naturgeschichtlichen Material noch nicht aufgeklärt; vergl. Erl. 36.

Der Formenkreis der ostasiatischen Edelrosen, Rosa chinensis Jacq. (Rosa indica Lindl. nicht L.), deren wilde Form nicht sicher bekannt, aber nach Focke der R. canina nahe stehen muß, umfaßt die Chineser-, Bengal-, Thee-, Zwerg- und indischen Monatsrosen; im Laufe dieses Jahrhunderts hat er zu zahllosen Kreuzungen Veranlassung gegeben, aus denen die meisten remontirenden Gartenrosen hervorgegangen sind.

[13]) (S. 197.) Die Stacheln dienen den Rosen als Wehr und Waffen; sie schützen nicht bloß das Heideröslein vor der Hand des muthwilligen Knaben, sondern sie beschirmen noch wirksamer den ganzen Strauch gegen das weidende Vieh, wie man an jeden Feldrain beobachten kann. Eine Menge von Holzgewächsen, deren Früchte saftig sind, wie die Obstbäume, die Limonen und Orangen, selbst die Oelbäume bewehren sich mit Dornen, wenn sie in verwildertem Vorkommen den Angriffen der Thiere ausgesetzt sind; sie legen ihre Dornen ab, sobald sie, in die Gehege des Gartens aufgenommen, keine Gefahr zu befürchten haben: in derselben Weise, wie selbst der Mensch in der Wildniß die Waffen nicht aus der Hand giebt, im sicheren Schirm der Städte dagegegen sie ablegt. Die Gewächse der Wüsten und Steppen, die von großen Pflanzenfressern durchzogen werden, starren von Dornen bei unterdrückter Blattbildung; sie bilden die charakteristische Pflanzenform der Dornbüsche in der Wüste; unbewehrte Pflanzen würden um so rascher von den wandernden Heerden ausgerottet werden, je spärlicher diesen die Pflanzenkost aus dem wasserlosen Boden hervorsprießt. Indem die Wüstenpflanzen ihre Blätter zu Dornen umbilden, erreichen sie zugleich, daß ihre verdunstende Oberfläche auf ein Minimum eingeschränkt wird; denn sie sind darauf angewiesen, mit ihrem Wasservorrath Haus zu halten, da sie nicht im Stande sind, aus dem dürren Boden ihn wieder zu ersetzen. Berberigen, Stachelginster (Ulex) und andere Dornsträucher wandeln in feuchter Luft ihre Dornen in gewöhnliche Laubblätter um.

Die Botaniker unterscheiden zwischen Stacheln, welche nur Auswüchse der Oberhaut oder Rinde sind, und echten Dornen, welche die Pflanze durch Umbildung von Blättern oder Zweigen in Stichwaffen erzeugt. Die Rosen tragen hiernach Stacheln, gleich den Brombeersträuchern, und das Sprichwort „keine Rose ohne Dorn" sollte daher botanisch korrekt lauten „keine Rose ohne Stacheln." Wenn jedoch der Dichter es als eine häßliche Einrichtung beklagt, daß bei den Rosen stets die Dornen stehn, so thut er ihnen Unrecht; viele Gartenrosen sind gänzlich oder doch beinahe stachellos, und dasselbe ist bei einer schönen Wildrose unserer Gebirge (Rosa alpina) der Fall.

[14]) (S. 198.) Die Schlafäpfel, auch Rosenschwämme (bei Plinius spongiolae cyorrhodon) genannt, umschließen im Innern eines weichen gerbstoffreichen Fleisches zahlreiche Kammern, in denen die Larven der Rosengallwespe (Rhodites Rosae) wohnen; die mittelalterliche Medizin, die ihnen schlafbringende Wirkung und besondere Heilkräfte gegen Schlangenbiß und Skorpionstich, wie gegen viele Krankheiten andichtete, hielt sie für eine normale Bildung gewisser wilder Rosen und bezeichnete solche Sträucher mit einem arabischen Namen als Bedeguar, die Gallen als Bedeguaräpfel (pomum Bedeguar), obwohl die arabischen Aerzte unter Bedeguar die weiße Distel (spina alba) oder Igeldistel (Echinops) verstanden. Albertus Magnus nennt sogar die Weinrose (Rosa rubiginosa), an welcher die Rosenschwämme am häufigsten vorkommen, Bedegar (VI. 445).

[15]) (S. 199.) Eine einzige Rosenart hat einfache, am Rande gesägte, blaugrüne Blätter, ähnlich denen der Berberitze (Rosa persica oder berberifolia); ihre Heimath sind die Steppen von Persien und Turkestan bis nach Sibirien. Bei der Damascenerrose und ihren Spielarten ist der Rand der Nebenblätter kammförmig eingeschnitten.

[16]) (S. 199.) Nur wenige Rosen kommen bei uns schon im Mai zur Blüthe; zu den frühesten gehören die würzblättrige Zimmtrose (Rosa cinnamomea) die eigentliche Mairose, und die rostblättrige Rose des Gebirges (Rosa rubrifolia). Von ausländischen Rosen blüht bei uns im Mai bereits die in den atlantischen Staaten von Nordamerika einheimische Rosa virginiana und die aus China stammende Monatsrose (Rosa chinensis, semperflorens).

[17]) (S. 200.) Die fünf Kelchblätter der Rose zeigen in ihrer Anordnung eine mathematische Regelmäßigkeit; ihre Mittellinien schneiden sich unter gleichen Winkeln im Centrum der Blume und bilden einen fünfstrahligen Stern, ähnlich dem Kreuz der Ehrenlegion; verbindet man ihre Spitzen, so erhält man ein regelmäßiges Fünfeck. Bei der einfachen Rose sind auch nur fünf Blumenblätter vorhanden, welche ebenfalls einen fünfstrahligen Stern darstellen, und zwar so, daß die Strahlen der Blumenkrone die Winkel zwischen den Kelchstrahlen genau halbiren, oder wie man gewöhnlich sagt, mit den Kelchblättern abwechseln; Kelch und Blumenkrone zusammen bilden daher einen vollkommen regelmäßigen zehnstrahligen Stern. Die fünf Kelchblätter sind in der Regel verschieden gestaltet; das eine läuft in eine lange, dünne Spitze aus, trägt rechts und links am Rande je zwei schmale Zipfel und erinnert dadurch an das gefiederte Laubblatt; ein zweites hat ebenfalls eine Spitze am Ende, aber nur ein Paar Seitenzipfel; ein drittes zeigt außer der Endspitze nur an einem Rande einen Zipfel; an einem vierten finden wir bloß die Endspitze, und das fünfte ist oben abgerundet; hierdurch ist schrittweise ein Uebergang aus der Form des Laubblattes in die des Blumenblattes dargestellt. Gleichzeitig finden wir, daß die einander am meisten ähnlichen Kelchblätter nicht unmittelbar neben

einander stehen, sondern immer durch ein zwischen ihnen stehendes Blättchen getrennt sind. Bezeichnen wir die Kelchblätter nach ihrer mehr oder weniger eingeschnittenen Gestalt mit laufenden Nummern, so ist die Reihenfolge derselben, wie sie um die Mündung des Blüthenbechers geordnet stehen, 1. 4. 2. 5. 3; und theilt man die kreisförmige Mündung in fünf gleiche Theile, so sind je zwei in ihrer Bildung am nächsten stehende Kelchblätter nicht um $^1/_5$, sondern um $^2/_5$ des Kreises von einander entfernt. Man sagt: die Kelchblätter (und dasselbe gilt auch von den Blumenblättern) stehen bei der Rose in $^2/_5$ Stellung; das nämliche Blattstellungsgesetz ist im Pflanzenreich sehr verbreitet. Die ungleiche Gestaltung der Blättchen am Rosenkelche giebt die Lösung eines Räthsels, das wir hier im lateinischen Original und in deutscher Uebersetzung anschließen:

Quinque sunt fratres; Duo sunt barbati; Duo sine barba nati; Unus e quinque Non habet barbam utrinque.	Fünf Brüder sind wir hier im Bunde, Geboren alle zur selben Stunde; Zwei sind bebärtet, zwei sind bartlos, Der fünfte hat einen halben Bart bloß.

Das Räthsel stammt schon aus dem Mittelalter; schon Albertus Magnus hat die verschiedene Gestaltung der fünf Blätter des Rosenkelches (siliqua): zwei äußerste bebärtete, zwei innere bartlose und ein mittleres nur auf eine Seite bebärtetes genau geschildert (de vegetab. Ed. Jessen VI. 446); er beobachtete auch die gedreht am Rande übergreifende Lage der Blumenblätter (folia), welche verhindert, daß Feuchtigkeit und andere Schädlichkeiten ins Innere des Blüthenbechers (gormen) eindringen können (ib. 447).

[18]) (S. 201.) Rosa lutea oder Eglanteria ist erst nach der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts aus Italien in die deutschen Gärten gekommen und angeblich in Kleinasien und Persien einheimisch; nach Dodonäus (Pemptades II. lib. I. c. 28, 29, 1583), zu dessen Zeiten sie häufig in Gärten gepflanzt wurde, stammt sie aus Aegypten und Afrika; ihre Krone ist lebhaft orange gefärbt, ihre Früchte orange scharlach. Von ihr unterschieden wird die schwefelgelbe gefüllte Rosa sulphurea (Persian yellow.) Im französischen Sprachgebrauch bedeutet Eglantine schlechthin eine wilde Heckenrose.

Die großen einfachen Blumen der Prärierose (Rosa setigora) aus dem atlantischen Nordamerika sind in der Knospe und beim Aufblühen lebhaft scharlachroth, dann verfärben sie sich in das Rosa der Apfelblüthe, zuletzt werden sie vom Grunde der Blumenblätter nach dem Rande fortschreitend weiß. Bienen und Hummeln besuchen fleißig diese Rosen um des Blüthenstaubs willen, aber sie lassen sich in den vielfarbigen Blüthendolden nur auf den rothen Blumen nieder, während sie an den hellfarbigen, bei denen die Staubfäden nach dem Ausstäuben sich einwärts krümmen, vorüberschweben; das Ausbleichen der Blumenblätter ist ihnen ein sicheres Anzeichen, daß hier die Staubbeutel ihren Blüthenstaub bereits entleert haben, und für sie nichts mehr zu holen ist.

[19]) (S. 201.) Die grüne Rose ist ein Beispiel der von Goethe „rückschreitend“ genannten Metamorphose. Die Blüthenblätter sind bei ihr in der niederen Stufe grüner Laubblättchen entwickelt.

[20]) (S. 202.) Fechner in „Nanna“ 1848. In der That ist es der Duft, durch den die Rose den schwärmenden Bienen und Käfern, besonders den schimmernden „Goldkäferlein“ (Hieronymus Bock, 1552) in die Ferne meldet, daß für sie ein reichlicher Tisch in der Blume gedeckt sei.

[21]) (S. 202.) Die heliotropen Bewegungen zur Sonne und der Wechsel der Tag- und Nachtstellung läßt sich nur an den einfachen und den schwach gefüllten Rosen gut beobachten.

[22]) (S. 203.) „Flores odoresque in diem gignit natura, magna admonitione hominum, quae spectatissime floreant, celerrime marcescere.“ Plinius, Hist. nat. XXI. 1.

[23]) (S. 203.) Durchwachsene Rosen (ῥόδον διανθὲς, ἕτερον ἄνθος ἐν ἄνθει ἔχον) kennt schon Theophrastos Hist. plant. I. 12 2.

[24]) (S. 204.) Als verwildert finde ich in Deutschland angegeben: Rosa lucida (Nordamerika), rugosa (Japan), pomifera, gallica, lutea, alba, cinnamomea u. a.

[25]) (S. 205.) Nach gütiger Mittheilung meines Kollegen Prof. Friedrich Delitzsch.

[26]) (S. 205.) In den aus hellenistischer Zeit stammenden und in griechischer Sprache überlieferten Apokryphen des Alten Testaments (Weisheit Salomonis, Jesus Sirach) wird die Rose, ῥοδόν, erwähnt.

[27]) (S. 206.) Die Rose von Jericho (Anastatica hierochuntina) ist eine einjährige Kruzifere mit dünnen ausgebreiteten, beim Vertrocknen zu einer dichten Kugel eingekrümmten, hygroskopischen Zweigen, die sich beim Anfeuchten wieder strahlig aus einander breiten; hierbei werden die in kleine Schötchen eingeschlossenen Samen ausgestreut; sie ist gemein in den Wüsten von Libyen und Syrien bis zum Todten Meere und bis nach Persien; in Jericho aber wächst sie nicht; Cäsalpinus nennt sie St. Marienrose.

[28]) (S. 206.) Chaldäisch Verad, arabisch und aramäisch Vard, altbaktrisch vareda, armenisch Varda, äolisch βρόδον, griechisch ῥοδόν, lateinisch rosa ꝛc. Vergl. Hehn, „Kulturpflanzen und Hausthiere,“ 6. Aufl. S. 246, 574. Daß auch der persische und türkische Name Gul, trotz des abweichenden Klanges, von dem nämlichen Sprachstamme wie Rose abzuleiten, ist sprachlich festgestellt.

Die Namen der Rose bei den modernen Nationen (rose englisch, französisch; Rose deutsch; roza slavisch, lithauisch) wurden sicherlich aus dem Lateinischen übernommen, als die Gartenrose mit den übrigen Obst- und Gemüsepflanzen und gleichzeitig alle auf Gartenbau bezüglichen Ausdrücke von den Römern über die Alpen verpflanzt wurden. Vor der durch die Römer verbreiteten Kultur besaßen die Völker des Nordens keine Lustgärten; die wilden

Rosen werden vom Volke, das ja überhaupt für die Blumen des Feldes und Waldes, soweit ihnen nicht Heilkräfte zugeschrieben werden, wenig Sinn und meist keine besonderen Namen hat, noch heut nicht als Rosen, sondern als Hagebutten bezeichnet. Auffallend ist, daß sogar Theophrastos die wilde Hagebutte nicht zu den Rosen, sondern unter die Dornbüsche zu den Brombeersträuchern stellt (Hist. plant. III. 14.) und sie als Hundsbrombeere (*κυνόσβατος*, Rosa canina) bezeichnet.

[29]) (S. 206.) Noch in der Gegenwart zeichnet sich das Fajûm durch seine Rosen aus, die hier kleine Wäldchen bilden; das aus ihnen destillirte Rosenwasser und Rosenöl bildet einen bedeutenden Handelsartikel in ganz Aegypten (Wönig l. c. 245). Daß eine ägyptische Königstochter zur Zeit des großen Ramses „Varda" hieß, ist wenig wahrscheinlich, da die Rose erst mehrere Jahrhunderte später in Aegypten eingeführt wurde.

[30]) (S. 206.) Theophrastos berichtet, daß die Rosen in Aegypten am schlechtesten seien und keinen Duft hätten, und giebt merkwürdiger Weise als Grund an, daß die Luft dort nebelig und thauig (*ἀὴρ ὁμιχλώδης καὶ δροσοβόλος*) sei; dagegen besitzen die Rosen in Kyrene den schönsten Duft; denn dort sei das Klima trocken, mild (*λέπτον*) und nicht allzu warm, die Luft rein und ohne Regen (Hist. plant. VI. 5; Caus. plant. VI. 18. 3). Vielleicht gehörten die Rosen von Kyrene zu einer besonderen, in Griechenland unbekannten Art (Rosa moschata?), wie schon Dr. Dieck vermuthet hat.

[31]) S. 207.) Herodot. VIII. 138. Die Schilderung, insbesondere der Duft weist auf Rosa damascena hin; Herodotos bezeichnet sie als in Makedonien einheimisch (*αὐτόματα ῥοδα*).

[32]) (S. 207.) Theophrastos (Hauptstelle Hist. plant. VI. 6.) unterscheidet wilde, *ἄγρια*, und Gartenrosen, *ἥμερα ῥόδα*, doch beruhe der Unterschied auf der Lokalität (*τόπος*) und Behandlung (*ἀγωγή*), von der überhaupt bei den Pflanzen Blühen und Nichtblühen, Fruchttragen und Unfruchtbarkeit abhängen. Der Rosenstrauch (*ῥοδωνιά*, *ῥόδον* ist die Blume) ist ein Halbstrauch mit stacheligen Zweigen; er wird vermehrt durch Samen, durch diese jedoch am langsamsten, rascher aus Wurzeln und Stecklingen (*κατακόπτοντες τὸν καυλόν*); selbst getheilte Stöcke wachsen an und treiben aus; seine Vollkommenheit erreicht er im fünften Jahre, später werden die Blumen mit dem Alter schlechter, er wird aber verjüngt durch Zurückschneiden und Ausbrennen; sich selbst überlassen schießt er zu stark ins Laub, bringt schlechtere oder gar keine Blumen und verwildert; auch soll man ihn öfter umpflanzen, wodurch die Blumen besser werden sollen.

Die Rose erscheint als die letzte der Frühlingspflanzen und verblüht am frühesten; denn ihre Blüthezeit ist kurz (*τελευταῖον φαίνεται, πρῶτον δ' ἀπολείπει τῶν ἐαρινῶν, ὀλιγοχρονία γὰρ ἡ ἄνθησις*). In Aegypten blüht sie zwei Monate früher, und dabei längere oder doch nicht kürzere Zeit als in Griechenland.

Die Blumenkrone steht bei den Rosen auf dem Blüthenbecher (*ἐπ αὐτοῦ*

τοῦ περικαρπίου) wie bei den Granaten, Aepfeln, Birnen, Quitten, Myrten, sowie bei den Gurkenartigen; bei diesen bilden sich daher die Samen unterhalb der Blumenkrone, wie man gerade bei den Rosen am deutlichsten sehen kann. Die Frucht der Rose wird apfelartig, die Samen erinnern an die der Disteln, bei denen die einzelnen Blüthchen ebenfalls unmittelbar auf den Samen stehen; denn ihre haarige Bekleidung ist dem Pappus (*πάππος*) der Distelsamen ähnlich. Die Blumen der Seerose (*σίδη*, Nymphaea alba) sind doppelt so groß, die der Cistrosen (Cistus) dagegen kleiner, als die der echten wilden Rosen, auch geruchlos. Die Blüthen des Granatbaums sind groß und dicht gefüllt, wie die der Rosen.

Von Rosen giebt es viele Arten, die sich durch Farbe und Geruch, durch größere oder geringere Zahl der Blumenblätter, sowie durch Glätte oder Rauheit des Blüthenbechers unterscheiden; die wilden haben stacheligere Stengel und Blätter, ihre Blumen sind kleiner und minder lebhaft gefärbt. Unter den großen sind die wohlriechendsten die mit rauhem Blüthenbecher. Die meisten Rosen haben fünf Blumenblätter, einige zwölf bis zwanzig, andere bei weitem mehr; man sagt auch, es gäbe solche, welche hundertblätterig, *ἑκατοντάφυλλα* sind. Von diesen berichtet Theophrastos, anscheinend nur vom Hörensagen; sie wüchsen hauptsächlich um Philippi in Makedonien; dort holen sie sie aus dem Pangaiosgebirge, wo sie häufig wachsen, und pflanzen sie in ihre Gärten; doch seien die Blumen weder wohlriechend, noch besonders groß; die inneren Blättchen seien sehr klein; denn so sei ihr Bau, daß die Blumenblätter theils innen, theils außen sich befinden. Plinius, der diese Stelle in der Uebersetzung bringt, fügt hinzu, schon durch die Verpflanzung würden die Blumen der Centifolie veredelt (ipsa plantatione proficiunt, Hist. nat. XXI. 10). Die Stelle ist darum von besonderem Interesse, als sie zu beweisen scheint, daß im alten Makedonien eine einheimische wilde Bergrose durch die Kultur in eine reichgefüllte Gartenrose umgewandelt wurde; man muß hier wohl an Rosa gallica = provincialis denken.

Schon Clusius l. c. S. 113 bemerkt, daß die Beschreibung der Centifolie bei Theophrastos nicht auf die in Holland so genannte, durch ihren feinen Duft ausgezeichnete Art paßt, die früher zur Bereitung von Rosenöl und Rosenwasser auch in Deutschland benutzt wurde.

Besser scheint mit unserer Centifolie, deren nickende Blumen stets die geschlossene Kugelform behalten, ohne sich flach auszubreiten, die Beschreibung zu stimmen, welche Plinius von der graecula giebt: ihre sehr großen Blumenblätter seien zusammengerollt und öffneten sich nur, wenn mit der Hand gepreßt, so daß sie immer einer noch im Wachsthum begriffenen ähneln (convolutis foliorum paniculis, nec dehiscens nisi manu coacta, semperque nascenti similis. Hist. nat. XXI. 6).

[33]) (S. 207.) Die Rosengärten von Rumelien hatten bis zum Kriege von 1877 das Monopol, ganz Europa mit dem köstlichsten Rosenöl zu versorgen, da die schwerste Strafe den bedrohte, der versuchen wollte, die Oelrose nach anderen Ländern zu verpflanzen. Seitdem ist es gelungen, diese Rose, eine

Spielart der Damascenerrose, in Deutschland heimisch zu machen; um die Einführung dieser, wie vieler anderer ausländischen Rosen hat sich Dr. Dieck sehr verdient gemacht, der in dem „Nationalarboretum“ auf seinem Rittergut Zöschen bei Merseburg eine der reichsten Rosensammlungen besitzt; er bezeichnet die Oelrose des Balkan als Rosa damascena trigintapetala, da sie selten mehr als dreißig Blumenblätter hat, und erklärt sie für die ölreichste der berühmten bulgarischen Rosen von Kasanlik; die nämliche Rose erzeuge auch das persische Rosenöl von Schiraz; weniger ölreich sei die weiße Rose von Kasanlik (Rosa alba suaveolens Diek Catal.) Vergl. Hölscher, Oelrosenkultur in Deutschland. Jahresbericht der Obst- und Gartenbausektion der Schles. Gesellschaft 1893 S. 9. Die dreißigblättrige Damascenerrose wird gegenwärtig in Süddeutschland im Großen angebaut und hat sich, da sie völlig winterhart ist und auch ohne Schnitt reichlich blüht, vorzüglich bewährt. Auch eine Leipziger Fabrik (Schimmel und Comp.) hat bei Groß-Miltitz ein Areal von 35 Hektaren mit bulgarischen Oelrosen bepflanzt, welches der Fabrik täglich 5000 — 20000 Kilogramm der duftenden Blumen liefert: 5000 Kilogramm geben ein Kilo Rosenöl, das an Reinheit und Feinheit das des Orients weit übertrifft.

Ueber das Arom der Rosen äußert sich sehr ausführlich Theophrastos, Caus. plant. VI. 14; von Neueren Blondel: Les produits odorants des rosiers, und Macini: La rosa nelle scienze e nelle industrie, Nuova Antologia 1893. 2.

[34]) (S. 208.) Plinius unterscheidet von Gartenrosen die frühe kampanische Centifolie, die spätere, zwölfblättrige, brennendrothe Milesia (aus Milet), die blaßrothe Trachinea (aus Trachin, Kleinasien), die weißliche Alabandina (von Alabanda, Kleinasien) und die späteste Pravenestina (Praeneste, heut Palestrina, Italien); erwähnt wird noch die dicht bestachelte spineola mit sehr vielen, aber kleinen Blumenblättern, die graecula (s. o.), eine herbstliche wohlriechende Kranzrose (coroneola) ohne nähere Beschreibung. Ueber die Bestimmung dieser Rosen haben die Kommentatoren sich vergebliche Mühe gegeben. Daß auch die Abbildungen der Rosen in Pompeji und anderwärts keine sichere Bestimmung gestatten, vergl. Comes, Illustrazione delle piante rappresentate nelle dipinti Pompejani. Napoli 1879.

[35]) (S. 208.) Ich verdanke die sinnige Uebersetzung dieses Gedichtes (Anthologia Palatina, Bd. IV. No. 343) der Güte meines Kollegen, Prof. F. Marx (jetzt in Wien).

[36]) (S. 209.) Weil Griechen und Römer die Blumen hauptsächlich zu Kränzen verwendeten, bezeichneten sie die in den Gärten gezogenen Zierpflanzen schlechthin als Kranzgewächse (στεφανωματικά, coronariae); unter dieser Rubrik werden auch die Rosen von Theophrastos und Plinius behandelt.

[37]) (S. 209.) Julianus Apostata (331—363), dessen romantische Persönlichkeit uns durch Felix Dahn wieder näher gebracht worden ist, schildert in einem seiner Briefe mit Stolz den süßen, blumigen, haltbaren Wein, den er

in seiner bithynischen Villa am Marmarameer selbst baut und der schon in der Traube und auf der Kelter nach Rosen duftet. Eine Art Rosenbowle bereitete man, indem man den Wein mit den Blumenblättern von Rosen drei Monate ziehen ließ; Plinius (Hist. nat. XIV. 19. 5) giebt das Rezept dazu.

Die zerriebenen Laubblätter der bei uns nicht seltenen, dunkelrothen Rosa rubiginosa entwickeln einen angenehmen Obst- oder Weingeruch; daher ihr Name Weinrose. Auch die zerriebenen Blätter der gelben Eglanterie riechen angenehm nach Aepfeln, während die Blumen einen unangenehmen Wanzengeruch besitzen.

[38]) (S. 210.) Unter Viole (viola, ἴον) ohne weiteren Zusatz ist in den Schriften der Alten immer die Levgoy (Matthiola incana) zu verstehen, die noch heutzutage in Italien eine der beliebtesten Gartenblumen ist und dort eine Fülle der duftigsten Blüthen von elegantem Bau und mannigfaltigster Farbe zeigt, wie sie bei uns im Norden, wo meist nur unschöne gefüllte Sorten gebaut werden, unbekannt sind. Unser Märzveilchen wird durch den Zusatz Purpurviole (viola purpurea) unterschieden; die Griechen nannten es schwarze Viole (ἴον μέλαν) und im Gegensatz dazu die Levgoy weiße Viole (λεῦκον ἴον), wo „Schwarz und Weiß" nicht die bestimmten Farben, sondern, wie auch sonst nicht selten, den Gegensatz von Hell und Dunkel bedeuten. Ob die Alten den Goldlack (Cheiranthus Cheiri) gekannt haben, ist zweifelhaft, da die Stellen, wo von gelben Violen (Viola lutea) die Rede ist, keine sichere Entscheidung geben; vermuthlich gelangte derselbe schon zur römischen Kaiserzeit in die europäischen Gärten; seine Verbreitung geschah aber erst durch die Araber, deren Sprache Linné auch den Namen (Cheiri = Viola) entlehnte.

[39]) (S. 211.) In der stadtrömischen Lex collegii Aesculapi et Hygiae ist der 11. Mai als dies rosae bezeichnet, in einer stadtrömischen Inschrift der 21. Mai als dies rosationis (Friedländer, Sittengeschichte der römischen Kaiserzeit. 5. Aufl. 1881. p. 254). Daß der Name des Rosenfestes zu Ehren der Todten, Rosalia, bei den Südslaven zur Benennung schöner, aber todtbringender Dämonen (Russalka) geworden ist, haben schon Miklosich und V. Hehn bemerkt.

[40]) (S. 212.) Zu medizinischen Zwecken waren die Rosen und die aus ihnen bereiteten Wässer und Salben im Alterthum und Mittelalter hochgeschätzt; sie haben ihre Stelle im Heilschatze (Pharmacopoea germanica und austriaca) bis auf den heutigen Tag behalten.

[41]) (S. 212.) Dierauer, Gartenanlage im St. Gallener Klosterplan (830). Bericht der St. Gallener Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1872/73, S. 435. Das Rosenbeet befindet sich mit anderen Arzneikräutern in der Nähe des Hospitals und der Wohnung des Arztes.

[42]) (S. 213.) „Das 12., 13., 14. Jahrhundert liebte besondere rôzengarten und verband damit den Begriff eines besonders schönen, wonnereichen Platzes; so ist auch in Städten des 14. bis 15. Jahrhunderts der Name Rosengarten für einen luftigen freien Platz, zur Erholung der Einwohner bestimmt, gebraucht

worden, der sich in manchen Orten noch bis zum heutigen Tage erhalten hat" (Weinhold). Die Dichter dieser Zeit erwähnen Rosenhecken und Rosenlauben. (Rosendorn 15, wo von einem weißen Rosendorn die Rede ist, so breit und dick, daß er zwölf Rittern Schatten geben konnte:

„Er war umb und umbe eben
In einem reif gebogen
Doch höher denn ein man gezogen.")

Alwin Schulz, Höfisches Leben zur Zeit der Minnesänger I, 43 u. a.

[43]) (S. 213.) Die Mauren in Spanien befaßten sich mit der Bereitung von Rosenwasser (Ibn 'Awwâm; Ed. Clem. Müll. II. 380, 405), was die Kultur großer Massen von duftigen, wohl Damascenerrosen voraussetzt (A. von Kremer, Kulturgeschichte des Orients. II. 317).

[44]) (S. 213.) Die Rosa provincialis ist nördlich der Alpen, in Frankreich und Deutschland an vielen Stellen verwildert und erscheint dann als ein kniehoher Strauch mit weithin kriechendem Wurzelstock, ausgebreiteten, doppelstachligen Zweigen und großen einfachen hellrothen Blumen; diese verwilderte Form führt in den Floren den Namen Rosa gallica (bei zwergigem Wuchs R. pumila); als ihre eigentliche Heimath wird Griechenland, der Kaukasus, Kleinasien bis Armenien angegeben.

[45]) (S. 214.) Erst bei den niederländischen Blumenmalern des 17. Jahrhunderts finden wir die vollen Rosen von annähernder Kugelform, wie unsere heutigen Edelrosen, zuerst wohl bei Rubens; die Madonna im Rosenhag des älteren Francia in der Münchener Pinakothek (1450—1518) zeigt noch flache armblättrige Rosen.

[46]) (S. 214.) Matthiolus (1558) hebt ausdrücklich hervor, daß die Damascenerrosen erst neuerdings in Italien zu blühen begonnen haben (Damascenae Hetruscis vocatae nuper in Italia florere coeperunt p. 126).

[47]) (S. 215.) Clusius (Rariorum plantarum historia, Antwerpen 1601, S. 113 ff.) spricht von weißen und rothen Centifolien, die er seit 1589 von seinen Freunden in den Niederlanden, Oesterreich und Deutschland erhalten hat; eine solche Rose hatte 120 Blumenblätter; in Wien gab es auch gefüllte gelbe; eine Moschusrose, die aus Tirol oder Frankreich stammte, blühte im Herbst zum zweiten Male. Unter seinen Vorgängern unterscheidet Dodonaeus (Pemptades II. lib. I. cap. 28/29 1583) die weißen duftigen Moschusrosen, die fleischfarbigen, die scharlachrothen sehr wohlriechenden Provinsrosen, die blasseren schwach gefüllten oder einfachen französischen (gallica); eine einfache, selten schwach gefüllte, angenehm riechende, im August und September blühende rothe Rose wird von den Florentinern Moschetta genannt. Von letzterer nennt Matthiolus (1558) rothe und weiße Moschetta als Damascenerrosen. Lonhard Fuchsius (1542) unterscheidet nur zahme und wilde Rosen, ebenso Hieronymus Bock (1552)

Wildheck- und Zaunrose. Die Gartenrosen unterschied zuerst genauer Joh. Ruellius natura stirpium 1536 I. 127; Caspar Bauhin im Pinax (1623) benennt bereits 33 verschiedene wilde und Gartenrosen.

48) (S. 216.) Rosenfeste sind auch in Deutschland Jahr aus Jahr ein bis in die neueste Zeit gefeiert worden, so u. a. von den Künstlern in München, den Schriftstellern in Berlin.

49) (S. 216.) Thou fair and princely flower,
That ever my heart doth power,
None may be compared to thee
Which art the fair rose of England.
(Englisches Volkslied.)

50) (S. 216.) Eine reiche Blumenlese der Literatur über die Rose findet sich in Döring, Die Königin der Blumen, Elberfeld 1835, und in Schleiden, Die Rose, Leipzig 1873. Doch erscheinen die meisten Stellen, wo die Poeten der Rosen gedenken, nicht als frischer Ausdruck naturwahrer Empfindung, sondern als bewußte und unbewußte Reminiscenzen aus älteren Gedichten; schon die ewige Wiederkehr der Verbindung von Rosen, Lilien und Veilchen weist als Quelle auf die antiken, in erster Reihe auf die griechischen Dichter.





Die Orchideen.





Die Orchideen.

Ein genialer Geigenkünstler hat es verstanden, durch Variationen eines einfachen Themas seine Zuhörer nach Venedig in die Zeit des Karnevals zu versetzen. Vor ihrer Phantasie erstand der Markusplatz, durchwogt von lustigem Maskengewimmel; Arlechino im bunten Lappenkleide schäkerte mit der lieblichen Colombine; Pulcinello im weißen Kittel neckte sich mit den Bajazzi; die Dogaressa im fürstlichen Prachtgewande zog vorüber, begleitet von parfümirten

Nobilis und eleganten Edeldamen, und um sie herum schwärmte das niedere Volk in grotesken Kostümen. Und alle diese hundertfach wechselnden Bilder rief der Künstler hervor durch leichte Veränderungen und Umwandlungen einer und der nämlichen Volksmelodie, die der Kenner auch in den kühnsten Verkleidungen immer wiedererkannte.

Eine noch größere Künstlerin ist die Natur gewesen, als sie die Orchideen ins Dasein rief. Wir erblicken unter ihnen eine unendliche Mannigfaltigkeit reizvoller, phantastischer Gestalten, als hätten die Elfen und Feen, die im nordischen Eichenwald ihre Ringeltänze aufführen, sich mit ihren glänzenderen Schwestern, die unter den Palmen des Orients weilen, zu einem Maskenfeste vereinigt. Sie tragen jede ein Gewand von anderem Schnitt; sie zeigen alle Farben, welche die moderne Technik in Mode gebracht, vom reinen Crêmeweiß und vom zarten Lachsroth bis zum tiefen Purpur, dem gesättigten Goldgelb und dem leuchtenden Scharlach, dabei in den originellsten Zusammenstellungen: diese gefleckt wie ein Panther, jene gestreift wie ein Tiger, wieder andere mit wunderlichen Dessins bemalt. Die einen gucken kokett aus dem Grase hervor, andere sind in tollem Uebermuthe auf die Bäume geklettert und wiegen sich in den höchsten Zweigen. Viele erscheinen in lustigen Verkleidungen: die eine streckt spöttisch die rothe Zunge aus dem Munde;[1]) eine andere hat ein Stierhaupt aufgesetzt mit gewundenen Hörnern;[2]) eine dritte hat die Gestalt einer garstigen Spinne angenommen, als wolle sie ihre Gefährtinnen erschrecken;[3]) wieder andere haben sich als Bienen, als Hummeln, als Wespen, als Ameisen, als Fliegen oder Schnacken vermummt; jene scheinen in der Luft zu schweben wie Schmetterlinge, diese sind als weiße Tauben[4]) oder als farbenschimmernde Kolibris erschienen. Der Botaniker aber weiß, daß unter allen diesen Verkleidungen, die von den Gestalten des gewöhnlichen Blumenvolkes so ganz verschieden scheinen, überall die nämliche Grundgestalt verborgen ist; auch sie sind sämmtlich nur Variationen einer und derselben einfachen Melodie.

I.

Die Orchideen bilden eine große Familie, in der die Botaniker gegenwärtig weit über 400 Geschlechter oder Gattungen und gegen 8000 Sippen oder Arten unterscheiden; andere schätzen die Zahl der Arten mit Einbegriff der Abarten noch weit höher. Doch besitzen sie alle so viele gemeinsame Familienzüge, daß selbst der Laie es auf den ersten Blick einer Blume ansieht, wenn er eine Orchidee vor sich hat, während nur der geübte Kenner im Stande ist, Gattung und Art richtig zu unterscheiden und zu benennen.

Die Orchideen sind Kinder der Sonne; drei Viertel aller Arten entfalten sich in den prächtigsten und mannigfaltigsten Gestaltungen unter den Tropen. Alexander von Humboldt sagt, das Leben eines Malers würde nicht ausreichen, um, auch nur einen beschränkten Raum durchmusternd, alle die prachtvollen Orchideen abzubilden, welche die tief eingefurchten Gebirgsthäler der peruanischen Anden bewohnen.[5]) Aber nicht minder mannigfaltige und prächtige Orchideen leben in Brasilien, in Centralamerika, in West- wie in Ostindien und auf den Inseln des Indischen Oceans; nur der afrikanische Sudan ist auffallend arm an Orchideen. Je mehr wir den Polen uns nähern, desto mehr nimmt ihre Zahl ab; nur 112 Arten leben in Europa, 91 von ihnen bewohnen Italien; Deutschland zählt nur 55 Arten zu den Bürgern seiner Flora. Doch noch über den nördlichen Polarkreis hinaus gedeiht eine der schönsten Orchideen Europas, die den poetischen Namen der nordischen Kalypso führt;[6]) mit ihren großen rosenfarbenen, gelb und braun gefleckten Blumen ist sie eine Zierde der Sumpfmoore von Finnland und Lappland; selbst in Grönland leben noch Orchideen. Unter dem Aequator finden sie ihre eigentliche Heimath in den Wäldern der Gebirge, wo sie noch Höhen erklimmen, die dem Gipfel des Dachstein oder des Titlis gleichkommen; doch fehlen sie auch nicht in den Hochgebirgen Europas; unter den wenigen Alpenblumen, die

der Senn zu benennen weiß, wird neben Edelraute und Edelweiß, neben Alpenrose und Enzian auch eine vanillenduftende, schwarzpurpurne Orchidee als Kohlrösli, Brändli oder Möhrli hochgeschätzt.[7])

Die Mehrzahl der einheimischen Orchideen siedelt sich auf feuchten Wiesen an, die sie im Mai und Juni mit zahllosen Schaaren purpurner Blüthenähren bevölkern; viele Arten bevorzugen die trockeneren Bergwiesen; andere sind ungesellig und flüchten sich in das lichte Gebüsch oder verbergen sich gleich Einsiedlern im Dunkel schattiger Laubwälder, wo nur das Auge des kundigen Botanikers sie aufspürt. Selbst die größten unter ihnen mögen einen Meter nicht überragen,[8]) die meisten sind nur spannenhoch. Die eine Art bringt nur ein einziges,[9]) andere nur ein Paar grüner Blätter[10]) hervor; die meisten tragen am saftigen Stengel rechts und links gereiht eine Anzahl einfacher Laubblätter, die bei mehreren Arten mit blutrothen Flecken betupft sind und deshalb im Mittelalter als Marienthränen bezeichnet wurden.[11])



Nigritella angustifolia.
Brändli. Alpenwiesen. ½ nat. Gr.
Nach der Natur photographirt von Krull.

Aber unsere Wälder beherbergen auch Orchideen, die gar keine Laubblätter tragen; gräbt man sie heraus aus dem modernden Laube, aus dem ihre bleichen Blüthenstengel hervorbrechen, so zeigt die eine Art ein Gewirr wurmförmiger, aufwärts gekrümmter Würzelchen, ähnlich einem Vogelnest,[12]) während zwei andere anstatt der Wurzeln einen weißen korallenartig verzweigten Sockel wagerecht ausbreiten.[13])

Wovon ernähren sich diese seltsamen Orchideen, die in ihrer



a b c

Einheimische Orchideen.

a Orchis maculata; b Orchis Morio; c Ophrys Arachnitis.

Farblosigkeit Spargelsprossen gleichen — da wir doch wissen, daß die grünen Blätter den Pflanzen als die unentbehrlichen Organe dienen, mit deren Hilfe sie die Sonnenstrahlen auffangen, damit diese in ihren Zellen die Bau- und Bildungsstoffe des Lebens bereiten? Offenbar dient den blattlosen Orchideen als Nahrung der Moder, in dem sie wurzeln, und sie werden deshalb auch als Moderpflanzen (Saprophyten) bezeichnet. Aber erst wenn wir ihre unterirdischen Organe mit dem Mikroskop untersuchen, wird uns ihre Ernährungsweise verständlich; denn dann finden wir ihre Zellen erfüllt mit Knäueln von Pilzfäden; diese fügen ersichtlich der Orchidee keinerlei Schädigung zu; es scheint vielmehr, als hätten die Pilze mit der Orchidee ein eigenthümliches Miethverhältniß eingegangen; für die bequeme und geschützte Wohnung, welche die Pilze in den Zellen finden, zahlen sie ihre Miethe dadurch ab, daß sie ihrem Wirthe Nahrungsstoffe zuführen, die sie aus dem modernden Laube auffaugen; denn wir wissen, daß die Pilze es verstehen, aus verwesenden Thier- und Pflanzenkörpern die für das Wachsthum erforderlichen Stoffe zu entnehmen. Wir würden ein solches Konsortialverhältniß zwischen Pilzen und höheren Pflanzen, wobei beide Theile sich zu gemeinsamem Leben vereinigen und sich gegenseitig in ihren Thätigkeiten unterstützen, für eine phantastische Hypothese halten, hätten nicht die Forschungen der jüngsten Zeit die weite Verbreitung derartiger Bündnisse herausgestellt, für welche de Bary ein besonderes Wort „Symbiose" eingeführt hat. Leben doch zahlreiche Erdpilze, und unter ihnen auch die vornehmen Trüffeln, in Symbiose mit den Wurzeln unserer Waldbäume, die sie in der Ausnutzung des humusreichen Bodens unterstützen, und sind doch auch die Flechten, die mit bunten Krusten die Steinblöcke überziehen oder mit olivenfarbenen oder gelben Laubflächen an die Baumstämme sich anheften oder als graue Bärte von den Aesten herabhängen, aus der Symbiose von Algen und Pilzen hervorgegangen!

Aber auch unsere grünlaubigen Orchideen, welche durch die



Saprophytische Orchideen.

a Epipogon aphyllus; b Corallorrhiza innata; c Neottia Nidus avis mit Blüthenstengel (c^1).

Arbeit ihrer Blätter sich selber die Stoffe bereiten, aus denen sie ihre Organe aufbauen, besitzen unter der Erde eine Einrichtung, die schon in alten Zeiten die Verwunderung der Wurzelgräber erregte. Unter jedem Blüthenstengel sitzen zwei Knollen neben einander, die eine schlaff und welk, die andere straff und voll. Jene ist die Mutterknolle, die den Stoff hergegeben hat, aus dem die Orchidee Blätter und Blüthen gebildet hat, und die deshalb nach der Fruchtreife ausgesaugt zu Grunde geht; die andere, die Tochterknolle neben ihr, überwintert und erzeugt im nächsten Frühjahr einen neuen Blüthenstengel. So kommt es, daß unsere Orchideen alljährlich genau in der gleichen Zahl auf den Wiesen erscheinen, die sie, stets neu verjüngt, vielleicht schon seit Jahrhunderten bewohnen. Die Knollen der meisten unserer Orchideen gleichen in Gestalt und Größe Tauben- oder Sperlingseiern; bei einigen Arten sind dieselben fingerförmig gespalten; das Mittelalter bezeichnete diese als Herrgottshändchen, auch wohl als Teufelshände; Ophelia, die unter den Blumen am Weidenbache auch diese Orchideen gesammelt, nennt sie Todtenfinger.[14]) Die Alten schrieben den Knollen der Orchideen Wunderkräfte beim Liebeszauber zu; die Gegenwart benutzt nur ihre schleimreichen Gewebe zur Stärkung der Kranken, denen sie als Salep zubereitet werden.[15])



Wurzelknollen einheimischer Orchideen.
a von Orchis maculata; b von Orchis Morio.



II.

Auch der heißen Zone mangeln nicht die Erdorchideen, die zwischen Gras und Kräutern hervorsprossen; doch mit mannshohen Stengeln bilden sie hier oft glänzende Blüthenbüsche, wie sie der chinesische Phajus in unseren Gewächshäusern zur Frühlingszeit uns veranschaulicht; die brasilianischen Sobralien erreichen eine Höhe von drei Meter. Aber die ungeheure Mehrzahl der tropischen Orchideen sind Baumbewohner oder Epiphyten; sie verschmähen den Erdboden und siedeln sich hoch auf den Stämmen, den Astgabeln, den Zweigen der Urwaldbäume an; manche Bäume werden ganz von ihnen bedeckt und bilden einen natürlichen Orchideengarten; aber sie überziehen auch nackte Felsen und hängen herab an Abgründen; sie beleben, um mit A. v. Humboldt zu sprechen, die vom Licht verkohlten Stämme der Tropenbäume und die ödesten Felsenritzen. „Eine adelige Familie" nennt sie der wackere Georg Eberhard Rumpf von Hanau, dem wir die ersten Beschreibungen dieser Pflanzen von den Gewürzinseln verdanken, „weil sie sich stets in der Höhe der Baumwipfel ansiedeln, wie die Edelleute auf ihren Burgen, und sich in Prachtgewändern zeigen, wie der Adel in modernen und glänzenden Toiletten."[16])

Aus allen Theilen ihrer Stengel brechen weiße Luftwurzeln hervor, die sich fest in die Spalten der Rindenborke oder an den nackten Felsen anklammern und mit solcher Kraft anpressen, daß sie platt gedrückt werden wie schmale Riemen; oder sie hängen wohl auch als graue Bärte von den Baumästen frei in die Luft hinab. Alle Luftwurzeln sind mit einem porösen Schwammgewebe über-

zogen; wenn der Thau der Nächte schwer auf sie herniederträuft, saugen die schwammigen Wurzelhüllen sich mit Wasser voll und versorgen damit die Pflanzen während der heißen Tagesstunden. Das Innengewebe der Luftwurzeln ist grün und schimmert durch die graue Wurzelhülle hindurch, wenn diese, vom Wasser durchtränkt, durchsichtig geworden ist; bei einer javanischen Orchidee,[17]) welche gar keine Blätter trägt, müssen die Büschel der grünen Luftwurzeln geradezu die Funktion der Blätter übernehmen.



Microthallus ornatus. Südamerika. 1/3 nat. Gr. Nach der Natur photographirt von Krull.

Auch die Baumorchideen bilden Knollen an ihrem Grunde, aber keine unterirdischen, wie die auf unseren Wiesen; frei im Lichte stehend, färben die Luftknollen sich grün; oft sind sie kettenartig an einander gereiht; ihre Größe schwankt von der eines Senfkorns bis zu der eines Kinderkopfes. In der regenlosen Jahreszeit, wenn das Leben der Baumorchideen durch die Trockenheit zum Stillstand gebracht wird, wie das unserer Erdorchideen durch die Winterkälte, dienen die Luftknollen als Speicher für Wasser und Bildungsstoffe, aus denen beim Wiedererwachen der Vegetation an ihrer Spitze Laubblätter und Blüthenstengel sich entwickeln. So lange die Baumorchideen nicht blühen, zeigen sie kaum etwas Charakteristisches; ihr Ansehen erinnert bald an eine Amaryllis, an eine Iris, an eine Ananaspflanze, bald an ein rohrartiges Gras oder gar an einen Kaktus mit peitschenförmigen Zweigen;[18]) es giebt winzige Arten, die kaum größer sind als Moose;[19]) viele ranken sich wie Schlingpflanzen hoch hinauf bis in die Wipfel der Bäume; die kletternden Stengel der Galea altissima von Java erreichen eine Länge von vierzig Meter. Doch erst wenn die Blüthen aus den Luftknollen

hervorbrechen, einzeln, paarweise, meist aber in einfachen Trauben oder in reich verzweigten, riesigen Rispen, dann entfalten die Orchideen die ganze Herrlichkeit ihrer eingeborenen Natur, die selbst den einfachen Sinn der Naturvölker mächtig aufregt.

Die Kaziken des alten Mexiko schmückten sich mit den Blüthen der Stanhopea ocellata und hielten sie wegen ihrer „unbeschreiblichen Schönheit und als Naturwunder“ in höchstem Werth.[20]) Als Linden mit einer Ladung der schönen Ceologyne asperata, die er im Urwald von Borneo für den Export nach Europa eingesammelt, in einem Dajakenkampong einkehrte, entstand ein lautes Wehklagen unter den Weibern, die die Schutzgeister ihres Dorfes in diesen Orchideen verehrten, und die Männer nahmen eine so drohende Haltung an, daß der kühne Sammler nur durch schleunige Flucht sich retten konnte.



Stanhopea ocellata. Mexiko. 1/2 n. Gr. Nach der Natur photographirt von Krull.

In den Molukken war eine Orchidee ganz ausschließlich den Frauen, Schwestern und Töchtern der Könige vorbehalten, die für sich allein das Recht in Anspruch nahmen, die glänzenden Blüthen sich ins dunkle Haar zu flechten; sie hieß deshalb „Prinzessinnenblume“.[21]) Ihr verwandt ist die Riesenorchidee von Java; an den Stamm eines Waldbaumes angeklammert, baut sie mit dem dichten Flechtwerk aufwärts wachsender Würzelchen ein Nest, worin sie Humus und Feuchtigkeit ansammelt und den Erdboden völlig entbehrlich macht; aus dem dichten Gewirr dieser Nestwurzeln sprossen



Riesenorchidee von Java (Grammatophyllum speciosum).
Photographie aus dem Botanischen Garten von Buitenzorg, im Besitz von Direktor M. Treub.

dann vier Meter hohe Laubstengel und im Frühling bis zu fünfzig gigantische, 2—2,5 Meter lange Blüthentrauben hervor, von denen eine jede an hundert gelbroth gefleckte Blumen von einem Decimeter Durchmesser trägt.[22])

III.

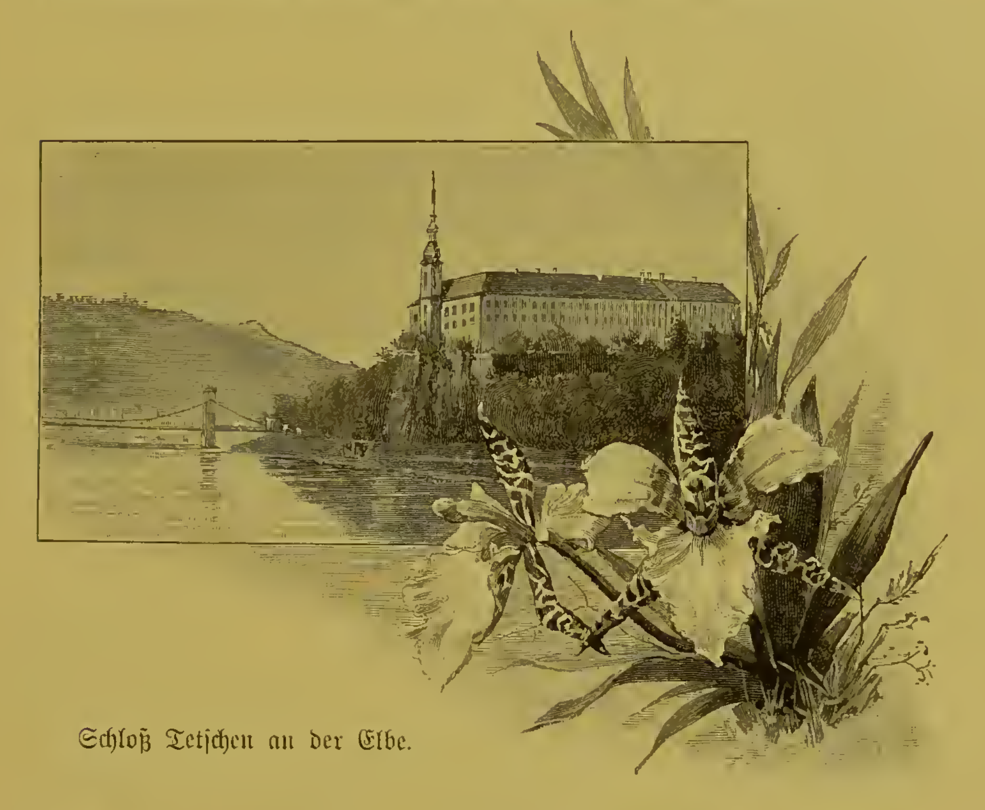
Als gegen Ende des siebzehnten und im Laufe des achtzehnten Jahrhunderts Holländer und Engländer ihre indischen Kolonien

nicht bloß selbstsüchtig auszubeuten, sondern auch wissenschaftlich zu durchforschen begannen, gelangte nach Europa durch die enthusiastischen Schilderungen der Reisenden nähere Kunde von den Wunderblumen, die dort aus den Stämmen der Palmen und anderer Urwaldbäume hervorblühten. Aber es dauerte doch noch lange Jahre, ehe dieselben in den Gewächshäusern Europas heimisch wurden. England ging voran, wo schon seit alter Zeit die Wohlhabenden gewöhnt sind, mit ihrem Wohnhaus ein Gewächshaus zu verbinden, in dem nicht, wie gewöhnlich bei uns, möglichst viele verkümmerte Pflanzenkrüppel, sondern eine, wenn auch beschränkte Anzahl auserlesener Schaupflanzen in tadelloser Vollkommenheit herangezogen werden. Noch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts war es fast allein der botanische Garten zu Kew bei London, wo einige wenige tropische Baumorchideen in Kultur genommen wurden:[23]) 1789 waren ihrer nur elf Arten, 1813 war ihre Zahl auf 83 gestiegen, aber von dieser Zeit ab mehrte sich ihre Menge in raschem Anwachsen. Die königliche Gartenbaugesellschaft in London trug dazu bei, das Interesse für die Orchideen in weiteren Kreisen zu erwecken, und ihr Präsident Lindley besaß bis in die Mitte unseres Jahrhunderts gewissermaßen das Monopol für die wissenschaftliche Bearbeitung der tropischen Orchideen; nach seinem 1865 erfolgten Tode ging dasselbe auf den Direktor des Botanischen Gartens zu Hamburg, Gustav Reichenbach, über, an den bis zu seinem Tode im Jahre 1889 aus allen Theilen der Welt die neu eingeführten Orchideen geschickt wurden, damit er sie benenne und beschreibe.[24])

Seit den dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts begannen die mit großen Kapitalien arbeitenden englischen, später auch die belgischen Handelsgärtner, besondere kostspielige Expeditionen auszurüsten, um die Urwälder der alten und neuen Welt nach Orchideen abzusuchen und diese nach Europa zu senden. Mancher von den Sammlern büßte dabei Gesundheit oder gar das Leben ein in den fieberathmenden Dschungeln Indiens oder in den verpesteten Sumpf-

wäldern Brasiliens; aber durch ihre Bemühungen füllten sich die Gewächshäuser mit den schönsten exotischen Orchideen. Freilich von den Tausenden der Knollen, die von den Mutterstämmen losgerissen, aus ihrer sonnigen Heimath in die kohlengeschwängerte Nebelatmosphäre Englands oder Belgiens versetzt wurden, gingen die allermeisten nach kurzer Zeit wieder zu Grunde; denn die Gärtner, damals noch wenig vertraut mit den Lebensbedingungen dieser Pflanzen, glaubten ihnen ihr Haus nicht heiß und nicht feucht genug machen zu können. Erst seit etwa dreißig Jahren haben sie gelernt, die Behandlung den verschiedenen Bedürfnissen der verschiedenen Arten anzupassen, von denen die meisten eine Ruhezeit bedürfen, während deren sie trockener und kühler stehen müssen, einige, die in den Hochgebirgen der Anden zu Hause sind, an ein gemäßigtes Klima gewöhnt sind und selbst Schnee und Frost ertragen. Man ersetzte den Baumorchideen den Stamm, an den ihre Luftwurzeln sich anklammern, durch frei aufgehängte Korkstücke oder durchbrochene Körbchen, aus deren Spalten sich ihre Blüthenstengel in elegantem Bogen abwärts neigen; seitdem gedeihen und blühen die Orchideen der Tropen in unserem Norden ebenso schön und ebenso reichlich wie unter dem Aequator. Die Zahl der in den Gewächshäusern Europas in Kultur befindlichen Arten wird gegenwärtig auf 2000 geschätzt; in den Botanischen Gärten von Kew und St. Petersburg werden 1500, in dem von Berlin über 1000 Arten kultivirt. Anfangs freilich waren es nur sehr wenig Reichbegüterte, die obersten Zehntausend, die sich den Luxus eines eigenen Orchideenhauses gönnen konnten; denn es mußten oft für eine einzige Art, bei deren Einsammeln vielleicht das Leben eines Forschers zum Opfer gefallen, wo von Hunderten nach Europa geschickter Knollen vielleicht nur einige wenige am Leben geblieben waren, ungeheure Preise gezahlt werden.[25]) In Deutschland galt bis in die sechziger Jahre das reiche Hamburg als das Eldorado der Orchideen; in Berlin war die Villa Reichenheim im Thiergarten durch Jahrzehnte be-

rühmt wegen ihres Orchideenhauses; in Oesterreich war es wohl zuerst Graf Thun, der in seinem herrlichen Berggarten zu Tetschen an der Elbe im Jahre 1841 bereits 43, 1847 dagegen schon 500 ausländische Orchideen züchtete. Aber es ist noch nicht viel über ein Jahrzehnt, daß der zuerst von englischen Handelsgärtnern ge-



Schloß Tetschen an der Elbe.

faßte Gedanke, „Orchideen für die Million (Orchids for the million)" heranzuziehen, der Verwirklichung nahe gebracht worden ist; auch in Deutschland ist es bereits, dank der Intelligenz unserer Gärtner, dahin gekommen, daß die Orchideen als vornehmster Schmuck bei festlicher, wie bei trauriger Veranlassung geradezu populär geworden sind.[26])

Der größte Orchideenluxus wird gegenwärtig wohl in Nordamerika getrieben, wo für eine tadellose Cattleya, die eine einzige Nacht an der Robe einer Dame, im Knopfloch eines Gentleman prangen soll, 20—25 Mark gezahlt werden. Besonders beliebt

sind dort die Orchideen für Brautbouquets, die bis zu 400 Mark kosten; eine gewisse Berühmtheit erlangte der aus Orchideen und Orangeblüthen bestehende Strauß, den die Tochter des reichen William Astor in New York an ihrem Hochzeitstage trug und der mit 1600 Mark bezahlt wurde.[27])

Dank dieser allgemeinen Verbreitung der Orchideenkultur, die von Jahr zu Jahr immer weitere Ausdehnung gewinnt, genießen wir jetzt in den Schaufenstern unserer Blumenhandlungen, ganz besonders aber in den großen Gartenausstellungen einen Anblick, wie ihn die Natur selbst in den am meisten begünstigten Gegenden nicht zu bieten vermag. Denn alle Reisenden beklagen, daß der tropische Urwald zwar eine unbeschreibliche Ueppigkeit des Laubwerks, aber nur wenig Blumen zeigt. Alfred Wallace, dem wir die lebendigsten Schilderungen von der Thier- und Pflanzenwelt der Tropen verdanken,[28]) berichtet, „auffallend schöne Blumen seien dort so selten, daß Wochen, ja sogar Monate vergehen können, ehe man eine blühende Pflanze sieht, die wirklich Bewunderung verdient; eine blühende Wiese bei uns daheim sei farbenreicher, als jede tropische Landschaft.“ Der Botanische Garten von Buitenzorg auf Java, der unter der wissenschaftlichen Leitung eines der ersten Pflanzenforscher der Gegenwart, Melchior Treub, alle Schätze der tropischen Flora vereinigt, besitzt auch eine besondere Abtheilung für Orchideen, wo gegen 200 Arten im Freien gedeihen.[29]) Aber jeder Reisende, der mit der Erwartung eines außergewöhnlich prachtvollen Bildes dorthin kommt, fühlt sich enttäuscht; denn da die tropischen Orchideen in den verschiedensten Zeiten des Jahres blühen, so findet der Besucher an einem bestimmten Tage immer nur wenige in Blüthe, und die meisten kann man nach dem Urtheil eines der neuesten wissenschaftlichen Reisenden, G. Haberlandt,[30]) „mit dem besten Willen nicht anders, als höchstens hübsch oder zierlich nennen und muß sich gestehen, daß unsere einheimischen Orchideen den Vergleich mit der überwiegenden Mehrzahl der tropischen Arten sehr

gut aushalten.“ Wie überall in der Welt, so sind auch unter den Orchideen die Sterne erster Größe bei Weitem in der Minderzahl, und die Mittelmäßigkeit überwiegt; unsere Orchideenzüchter haben bereits eine sorgfältige Auslese getroffen und, nachdem sie Alles geprüft, nur das Beste und Schönste behalten.

IV.

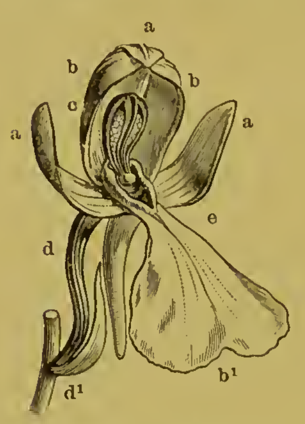
Worin besteht nun aber der wunderbare Reiz dieser adeligen Blumenfamilie, der, wenn sie auch vielleicht für den feinfühligen Geschmack die holde Anmuth einer „La France“-Rose, die jungfräuliche Reinheit einer Lilie nicht in Schatten zu stellen vermag, doch durch die Originalität ihrer Gestaltung, den Glanz ihrer Farben unwillkürlich jedes Auge fesselt? Eine Vergleichung mit den Lilien, die zu den Orchideen in naher Verwandtschaft stehen, wird uns über die Eigenschaften belehren, auf denen der in allen Orchideen so scharf ausgeprägte Familiencharakter beruht.

Platon hat in seinem Buche über den Staat den Gedanken ausgesprochen: in dem Körper wie in der Seele eines vollkommenen Menschen sei es das schöne Ebenmaß, der schöne Rhythmus, die schöne Harmonie, welche in uns das Gefühl des Gesunden, des Guten und Schönen erwecke, während mit dem Mangel an Harmonie, an Rhythmus, an Ebenmaß das Häßliche, Schlechte, Krankhafte verschwistert sei: das Nämliche gelte aber auch von den bildenden Künsten, Architektur und Malerei, und selbst von dem Kunsthandwerk, Weberei und Stickerei, nicht minder auch von den Leibern der Thiere und von den Pflanzen.[31])

Diese schöne Harmonie, diese Eurhythmie, wie die Griechen sagten, zeigt die Lilie in vollendeter Weise. Diese Blume setzt sich zusammen aus fünf dicht auf einander folgenden Kreisen; jeder Kreis ist aus drei gleichen und in gleichem Winkel von einander abstehenden Gliedern derart gebildet, daß die Glieder des ersten, dritten und fünften Kreises genau hinter einander gestellt sind,

ebenso die Glieder des zweiten und vierten Kreises, während die Glieder je zweier unmittelbar auf einander folgender Kreise abwechseln, d. h. genau die Mitte zwischen den Gliedern des nächst vorangehenden und nächst folgenden Kreises einnehmen.

Nach der durch Goethe in die Wissenschaft eingeführten Lehre[32]) betrachten wir alle Glieder in einer Blüthe, wie verschieden auch ihre Gestalt, Farbe und Funktion sein mag, als metamorphosirte Blätter. Die Blätter des ersten Kreises bilden den Kelch, die des zweiten die Krone; bei den Lilien stimmen Kelch und Krone in Gestalt und Färbung ganz oder doch nahezu überein. Die Glieder des dritten und vierten Kreises werden als Staubblätter, die des fünften Kreises als Fruchtblätter bezeichnet.



Orchis mascula.
a a a die drei Kelchblätter; b b b¹ die drei Blumenblätter; b¹ Lippe (Labellum) mit Sporn; c Staubbeutel; d Fruchtknoten mit Deckblatt (d¹); e Narbe mit Schnäbelchen.
Nach Baillon.

Goethe hat aber auch bemerkt, man könne die Orchideen gewissermaßen als monströse Lilien auffassen.[33]) In der That finden wir in der Orchideenblüthe die nämliche Folge der fünf dreigliedrigen Blattkreise; aber durch unregelmäßige Ausbildung einzelner, durch die vollständige Unterdrückung anderer Glieder ist an die Stelle der absoluten Harmonie, der mathematischen Regelmäßigkeit eine abwechslungsreiche und darum ganz besonders reizvolle Symmetrie getreten; dabei haben einzelne Glieder eine vollständige Umgestaltung oder Metamorphose erlitten, wie sie bei keiner anderen Pflanzenfamilie sich wiederfindet.

Die drei Blätter des Kelches sind gleich gestaltet, meist bunt gefärbt; von den drei Blättern der Krone sind zwei, die rechts und links stehen, den Kelchblättern ähnlich gebildet und gefärbt, doch meist kleiner oder auch größer als diese. Das dritte Kronblatt aber

ist in der Regel bei weitem größer, mit ganz anderen, meist sehr auffallenden Farben und Zeichnungen geschmückt, oft in mehrere ungleich ausgestaltete Abtheilungen gegliedert, nach Art eines Pantoffels oder Kessels gewölbt oder in einen hohlen Sporn ausgesackt, mit Schwielen, Buckeln, Zähnen und Hörnern ausgerüstet, in Lappen oder Zipfel gespalten oder am Rande in Franzen aufgelöst; es wird deshalb durch einen besonderen Namen, Lippe oder Labellum, unterschieden.

Der Lippe gegenüber erhebt sich aus der Mitte der Blüthe eine kleine Säule, die statt des Kapitells in der Regel einen einzigen Staubbeutel trägt; er besitzt zwei Fächer, in denen sich der Blüthenstaub befindet; doch ist dieser nicht wie gewöhnlich in feinkörniges, leicht verstäubendes Pulver aufgelöst; seine mikroskopischen Körnchen sind durch Klebstoff in kleine Päckchen zusammengeklebt, welche durch elastische Fäden zu zwei größeren geschwänzten Packeten derart vereinigt sind, daß in jedem Fach des Staubbeutels ein Blüthenstaubpacket untergebracht ist. Bei den ausländischen Baumorchideen ist der Blüthenstaub in der Regel zu zwei, seltener zu vier oder acht wachsartigen, gestielten, gelben Staubkölbchen zusammengekittet. Der Staubbeutel ist das einzige von den sechs Staubblättern, welches wirklich ausgebildet wird, die fünf übrigen sind unterdrückt oder in Gestalt von Zähnen und Höckern verkümmert.


Staubkölbchen (Pollinien) von Orchis, mit Schwänzchen und Klebscheiben. Vergr. 60 mal. Nach Baillon.

Eine Ausnahme macht der Frauenschuh (Cypripedium); zu dieser Gattung gehört die schönste der einheimischen Orchideen (C. Calceolus), die bis Sibirien vordringt; noch prächtigere Arten besitzt Nordamerika und Japan; die größten und herrlichsten, die jetzt eine Zierde unserer Gewächshäuser geworden, bewohnen das heiße Asien und Amerika. Die Lippe der Cypripedien gleicht einem schönfarbigen

Pantoffel, als sei er für die Königin Mab gearbeitet; die beiden anderen Kronblätter sind flach und schmal; bei dem brasilianischen C. (Paphiopedium) caudatum hängen sie gleich gelösten Schuhriemen in einer Länge von 75 Centimeter an beiden Seiten des Pantoffels herunter. Bei dem Geschlecht der Cypripedien ist der Staubbeutel, welcher sonst an der Spitze der Säule steht, zu einem flachen Blättchen umgestaltet, zwei andere Staubblätter dagegen zu beiden Seiten der Säule tragen jedes einen normalen Staubbeutel, welcher



Cypripedium Purishii aus Birma.
Nach der Natur photographirt von Krull.

den Blüthenstaub enthält; doch ist dieser nicht in Staubkölbchen zusammengekittet, sondern in feines Pulver zerfallen.

Dicht unterhalb des Staubbeutels breitet sich an der Stirn der Säule ein mit Klebstoff überzogenes Polster, die Narbe, aus, hinter der ein zahnartiger Vorsprung, das Schnäbelchen, sich erhebt; dieses trägt gleichfalls, nur von einem Schleier verhüllt, eine einfache oder doppelte Klebscheibe. Die Narbe sammt dem Schnäbelchen ist aus der Metamorphose der drei Fruchtblätter hervorgegangen.

Merkwürdig ist der Blüthenstiel der Orchideen; er ist meist dreikantig, inwendig hohl und schließt eine sehr große Zahl mikro=

skopisch kleiner Samenknöspchen ein, welche auf seiner Innenwand an drei Längsriefen hervorsprossen. So lange die Orchidee sich im Knospenzustand befindet, ist die Lippe aufwärts gerichtet; beim Aufblühen dreht sich der zum Fruchtknoten umgestaltete Blüthenstiel in der Regel so, daß die Lippe nach unten geneigt ist.

Nach diesem hier in aller Kürze skizzirten Bauplan sind alle Orchideen gestaltet, so sehr auch ihre Blüthen in der Größe und in der Farbe, im Schnitt und in der Stellung ihrer Glieder sich unter einander unterscheiden. Alle die 8000—10 000 verschiedenen Arten und Abarten der Orchideen sind, wie wir am Eingang dieser Betrachtungen bemerkten, nur Variationen eines und desselben einfachen Themas, das in seiner Reinheit sich in der Lilie, der Tulpe, der Amaryllis verkörpert hat.

V.

Hat die schaffende Naturkraft, als sie die Orchideen erstehen ließ, einen festen Plan vor sich gehabt, den sie hier in strenger Regelmäßigkeit befolgte, dort in phantastischer Willkür tausendfach variirte? Ist sie einem Genius, ähnlich dem Shakespeares, vergleichbar, der eine Cordelia, eine Julia, eine Desdemona, aber auch eine Titania, einen Puck, einen Ariel und selbst einen Caliban geschaffen?

Es ist jetzt eben ein Jahrhundert verflossen, seit ein Schlüssel zur Lösung dieser Frage gefunden wurde. Im Jahre 1793 erschien bei Vieweg in Berlin ein merkwürdiges Buch unter dem Titel: „Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen.“ Der Name des Verfassers, Christian Konrad Sprengel, Rektor der Lateinschule in Spandau, war bis dahin den Botanikern unbekannt gewesen; in der That hatte Sprengel erst in reiferen Jahren sich der Beobachtung der Blumen zugewendet, veranlaßt durch seinen Arzt, der dem hypochondrischen Manne fleißige Spaziergänge in Feld und Wald empfohlen hatte, bei denen sein reger

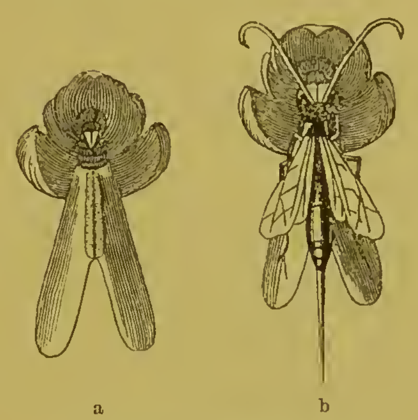
Geist eine Beschäftigung verlangte. Schon dreißig Jahre früher hatte ein Karlsruher Botaniker, Joseph Gottlieb Kölreuter, durch eine Reihe scharfsinniger Experimente den Beweis geführt, daß die Blüthen der Pflanzen nur dann Frucht ansetzen und keimfähige Samen erzeugen, wenn sie befruchtet werden, d. h. wenn der in den Staubbeuteln erzeugte Blüthenstaub auf die Narben gebracht wird.[34]) Sprengels neue Entdeckung bestand darin, daß diese Uebertragung des Blüthenstaubes in der Regel durch Insekten bewirkt wird, welche die Blüthen besuchen, um Honig einzusammeln, und bei diesem Geschäfte, ohne es zu wissen oder zu wollen, sich mit dem Blüthenstaub beladen und diesen später auf die Narben abladen.

Bei der Untersuchung der auf den sumpfigen Havelwiesen massenhaft blühenden Orchisarten konnte Sprengel anfangs nicht begreifen, wie die in den beiden Fächern des Staubbeutels eingeschlossenen Staubkölbchen herauskommen; „denn," sagte er, „daß sie von selbst herausfallen, oder daß sie der Wind herauswehen könne, daran ist nicht zu denken." Er nahm nun aufs Gerathewohl einen Grashalm zu Hand, berührte damit das untere Ende des Staubbeutels — und sah mit Verwunderung, daß er damit ein Kläppchen zurückstieß und ein Staubkölbchen hervorholte, welches am Halme festsaß.

„Nun fiel mir auf einmal der Vorhang, der mir bisher die Struktur dieser Blume verdeckt hatte," fährt Sprengel fort; es müssen Insekten sein, die den im Sporn der Lippe verborgenen Honigsaft suchen und dabei mit ihrem Kopfe an den Grund des Staubbeutels anstoßen; hierdurch holen sie die Staubkölbchen aus ihren Fächern, die sie dann später auf die klebrige Narbe abstreifen.

Bald fand Sprengel auch Fliegen, welche an ihrem Kopfe Staubkölbchen trugen; um so größer war sein Verlangen, es mit anzusehen, auf welche Weise ein solches Insekt zu seinem Kopfschmuck gelange. Er legte sich auf die Lauer; endlich glückte es ihm bei einer Waldorchidee, dem Zweiblatt,[35]) dessen Lippe statt

eines Spornes eine mittlere Rinne besitzt, in welcher Honig abgeschieden wird. Eines Tages um die Mittagstunde fand er eine Schlupfwespe auf einer Blüthe; sie setzte sich auf die Lippe und begann den Honig auf der Rinne, von unten anfangend, abzulecken. Dann kroch sie immer höher hinauf auf der Lippe, bis sie mit dem Kopfe die Staubkölbchen berührte; plötzlich fuhren diese aus ihren Behältern heraus und blieben vermittelst der aus dem Schnäbelchen hervorspringenden Klebscheibe am Kopfe des Thierchens hängen. Dieser Anblick gewährte dem spähenden Forscher unbeschreibliches Vergnügen; das Insekt aber schien darüber sehr ungehalten; es flog bald zu einer anderen Blüthe, und indem es an dieser wie vorher den Honigsaft von unten nach oben aufzulecken begann, stieß es schließlich mit dem Kopfe an die Narbe, an der ein Theil des Staubkölbchens festkleben blieb; den größeren Theil behielt das Insekt an seinem Kopfe; gewiß konnte es damit noch mehrere Blüthen befruchten.



Zweiblatt (Listera ovata).
a Unbefruchtete Blüthe, Lippe mit Honigfurche; b Befruchtung durch eine Schlupfwespe, welche die Staubkölbchen aus dem Staubbeutel gezogen und sich an die Stirn geklebt hat. Vom Titelkupfer von Christian Sprengels „Entdecktes Geheimniß“.

„Gleichwie ein geschickter Brettspieler,“ so schließt Sprengel die lebhafte Schilderung seiner Beobachtungen, „es so einzurichten weiß, daß sein minder geübter Gegner irgend einen das Spiel entscheidenden Stein mit eigener Hand, jedoch ohne es zu wissen und zu wollen, nach und nach gerade dahin ziehen muß, wohin er denselben gezogen wissen will — ebenso besteht die bewunderungswürdige Kunst, welche die in Erfindungen unerschöpfliche Natur in der Struktur der Orchideen bewiesen hat, darin, daß Alles so veranstaltet ist, daß ein Insekt, bloß auf sein Vergnügen bedacht und nichts wissend von

der Absicht, zu deren Befriedigung es vom Schöpfer bestimmt ist, immer an eines der Staubkölbchen, oder wo diese schon von einem anderen Insekt abgeholt sind, an die Narbe gerathen muß."

Sprengel erging es mit seinem „neu entdeckten Naturgeheimniß" wie Goethe mit seiner drei Jahre vorher veröffentlichten „Metamorphose der Pflanzen"; beide wurden anfangs von den zünftigen Botanikern als phantastische Pfuscher angesehen und verlacht. Zwar hatte einer der größten Botaniker aus der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, Robert Brown, der sich selbst hervorragende Verdienste um die Erforschung der Orchideen erworben, von Sprengel mit der höchsten Anerkennung gesprochen und gemeint, „nur diejenigen könnten über Sprengel lachen, die nichts von der Sache verständen." Aber es vergingen doch siebzig Jahre, ehe Sprengels schon fast vergessenes Buch wieder zu Ehren gebracht und seine Entdeckungen über die Beziehungen zwischen Insekten und Blumen im Allgemeinen, wie insbesondere bei den Orchideen, bestätigt und vervollständigt wurden.

Im Jahre 1862, drei Jahre nach dem Erscheinen seines Epoche machenden Werkes „Ueber die Entstehung der Arten durch Naturzüchtung" veröffentlichte Charles Darwin ein kleines Buch „Ueber die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten und über die günstigen Erfolge der Wechselbefruchtung." Hier bewies dieser Forscher, der ebenso groß war in der Feinheit und Genauigkeit seiner Beobachtungen wie in der Kühnheit und Klarheit seiner darauf gestützten allgemeinen Schlußfolgerungen: daß alle, auch die scheinbar unbedeutendsten Einrichtungen der Orchideen darauf hinzielen, Insekten zu ihrem Besuche anzulocken; daß diese Thierchen dabei mit Nothwendigkeit die Staubkölbchen aus den Fächern des Staubbeutels herausholen, sie dann aber nicht, wie man vermuthen sollte, auf die eigene, sondern auf die Narbe einer anderen Blüthe abstreifen und diese dadurch befruchten müssen; denn — und darauf legt Darwin ein besonderes Gewicht — „die Natur

lehrt uns, daß sie bei den Blumen vor beständiger Selbstbestäubung zurückschreckt, und daß die Wechselbefruchtung oder Kreuzung verschiedener Blüthen zur Erhaltung der Art nothwendig ist."

Daß in der That die Orchideen sich nicht selbst befruchten können, lehrt die hundertfältige Erfahrung an den ausländischen Arten in unseren Gewächshäusern, welche niemals Früchte ansetzen, wenn nicht zufällig eine Biene oder Hummel sich in das Haus verirrt und die Bestäubung bewirkt hat. Einen schlagenden Beweis liefert die in der terra caliente des östlichen Mexiko einheimische Orchidee, welche in ihren fleischigen Fruchtschoten das köstliche Aroma der Vanille erzeugt, mit dem bereits die alten Azteken ihre Chokolade würzten;[36]) sie ist auch die einzige Orchidee, welche den Menschen ein genießbares Produkt liefert; alle übrigen begnügen sich mit dem idealen Genusse, den sie durch den Anblick ihrer Schönheit und die Betrachtung ihrer wunderbaren Einrichtungen gewähren. Im Jahre 1819 bemühten sich die Holländer, die Vanille in ihren Kolonien auf der Insel Java anzusiedeln; der Versuch gelang, und die als Schlingpflanze an den Bäumen hoch hinaufkletternde Orchidee entwickelte ihre saftig grünen Laubranken und ihre grünlichgelben Blüthentrauben auf den Inseln des Ostens ebenso üppig wie in ihrer westlichen Heimath — aber sie setzte niemals Früchte an; es fehlten eben dort die Insekten, die hier gewöhnt sind, den Blüthenstaub auf die Narben anzukleben. Erst seit 1837 kam man auf den Gedanken, die Vanille künstlich zu befruchten; von dieser Zeit an liefern Java und andere tropische Kolonien in den Handel eine sechs Mal größere Menge von den gewürzigen Schotenfrüchten als Mexiko, welchem die Natur selbst das Monopol verliehen zu haben schien; ja man ist heute im Stande, in jedem Gewächshause Vanillefrüchte zu züchten, indem man mit der Hand vorsichtig die Staubkölbchen auf die Narben der Blüthen anheftet.

Darwins Buch hat uns eine ungeahnte Mannigfaltigkeit der zweckmäßigsten Anpassungen zwischen den Blüthen der Orchideen

und den Insekten enthüllt. In der Regel ist jede Art für den Besuch einer bestimmten Insektenklasse eingerichtet: die einen für Fliegen, andere für Bienen oder Hummeln, wieder andere für Grab- oder Schlupfwespen, noch andere für Schmetterlinge. Die Orchidee lockt ihre Besucher schon von fern an durch ihren Duft, der bei der Stanhopea dem berauschenden Arom der Vanille gleichkommt, aber auch, wenngleich minder durchdringend, mehreren einheimischen Arten zukommt; manche Orchideen duften des Nachts stärker als bei Tage, sie erwarten den Besuch von Nachtfaltern. Eine einheimische Art riecht nach Wanzen, eine ausländische nach verwesendem Fleisch; sie lockt dadurch Aasfliegen an, während sie andere Insekten fern hält; auch die in Thüringen nicht seltene Fliegenophrys[37]) ist auf den Besuch von Schmeißfliegen eingerichtet, welche einen stahlblauen Fleck auf der purpursammtigen Lippe belecken. Selbst die Färbung der Blüthen richtet sich nach den verschiedenen Insekten; denn Versuche haben gezeigt, daß auch bei Bienen und Schmetterlingen der Geschmack verschieden ist, daß die eine Art diese, eine andere jene Farbe bevorzugt. Für Tagesbesucher genügt trübes und dunkleres, auch wohl grünliches Kolorit; für Nachtschmetterlinge werden helle, leuchtende Farben entwickelt, die auch in der Dämmerung weit sichtbar bleiben. Die Insekten suchen und finden in den Blüthen Honig; die Botaniker bezeichnen diesen, dem poetischen Sprachgebrauch Linnés folgend, als Nektar; in der That scheint derselbe, wie schon Sprengel bemerkte, für die Insekten wahrer Nektar zu sein; denn sobald sie davon gekostet, verweilen sie auf der Blüthe oft stundenlang und verlassen sie nicht eher, als bis sie den letzten Tropfen aufgesaugt haben. Der Nektar quillt gewöhnlich aus einer besonders dafür eingerichteten Stelle der Lippe hervor; bei einer der größten und seltsamsten Orchideen des tropischen Südamerika[38]) bildet die gelbe, purpurgefleckte Lippe ein großes beutelartiges Becken, in welches hinein aus zwei am oberen Ende der Lippe vorspringenden Stieldrüsen während der ganzen Blüthezeit ununterbrochen Honig her-

unterträufelt, so daß sich mehr als dreißig Gramm davon im Honigbeutel ansammeln. Ueberall dient die breite Lippe den Insekten als Landungsplatz, wo sie anfliegen und festen Sitz nehmen, während der Rüssel mit dem Honigsaugen beschäftigt ist. Durch die Drehung des Blüthenstiels wird die Lippe erst beim Aufblühen in diejenige Lage gebracht, wo sie den Insekten den bequemsten Anflug gestattet; bei Orchideen mit hängenden Blumen, wie bei der Stanhopea, unterbleibt die Drehung. Gewöhnlich ist durch eine besondere Zeichnung auf der Lippe, durch ein Honigmal, wie Sprengel es nennt, die Stelle angezeigt, wo sich der Nektar befindet. Aber dieser ist niemals ohne Weiteres offen zugänglich; vielmehr verbirgt die Orchidee ihn auf das Sorgfältigste, so daß das Insekt nur dann zu ihm gelangen kann, wenn es mit dem Kopfe an das Schnäbelchen auf der Säule anstößt, dabei die Klebscheiben mit den daran festsitzenden Staubkölbchen herauszieht und sie sich an Stirn, Auge oder Rüssel anheftet.[39]) Oft ist der Honig im Grunde eines hohlen Spornes geborgen, dessen Eingang in der Nähe der Säule sich befindet und dessen Länge der des Rüssels entspricht. In den Wäldern von Madagaskar lebt eine prachtvolle Orchidee, Macroplectron sesquipedale, deren schneeweiße Blüthen oft in unseren Gewächshäusern prangen; ihr fußlanger Sporn ist nur in den untersten vier Centimetern mit Honig gefüllt, so daß offenbar nur riesige Nachtfalter, die einen Rüssel von 25—30 Centimeter Länge besitzen, zu demselben gelangen können. Im tropischen Amerika sind es sogar Kolibris, welche um die Blüthen der Baumorchideen herumschwirren und mit ihrer langen röhrenförmigen Zunge den Honig aus der Tiefe der Blumen hervorholen, die sie befruchten sollen; in Indien besorgen dieses Geschäft die Nektarinen oder Honigvögelchen, die so leicht und klein sind, daß sie sich auf jede Blume setzen und mit ihrem langen krummen Schnäbelchen den verborgenen Honigsaft aufschlürfen können. Wenn wir in unseren Gewächshäusern die glorreichen Orchideenblumen bewundern, müssen wir uns eigentlich noch

die großen, prächtig gefärbten Falter und die juwelenglänzenden Kolibris der Tropen hinzudenken, für die sie sich so herrlich geschmückt haben.

Manche Orchideen sondern keinen flüssigen Honigsaft aus; statt dessen enthält der Sporn oder eine andere, durch ihre Färbung ausgezeichnete Stelle der Lippe ein zuckerreiches Zellgewebe, welches von den Insekten benagt wird und bei der Bestäubung die Dienste des Nektartrankes vertritt.[40])

Dem Insektenbesuch dient auch jene Eigenschaft, die den Orchideen einen ganz außergewöhnlichen gärtnerischen Werth verleiht — ihre lange Blüthendauer. Die Blüthen der meisten Arten halten sich länger als einen Monat, einzelne sogar siebzig bis achtzig Tage lang unverändert in voller Frische und Schönheit, vergeblich des Besuchers harrend, der in unseren Gewächshäusern niemals kommen kann; sind sie einmal befruchtet, so verblühen sie in wenig Stunden. Bei manchen Arten steht in einer blüthenreichen Rispe gleichzeitig immer nur eine einzige Blume offen; da diese sich aber allmählich, eine nach der anderen, entfalten, so hält die Orchidee sich viele Monate lang für den Besuch eines Gastes bereit, den sie mit ihrem Nektar bewirthet, von dem sie aber auch den Dienst der Bestäubung erwartet. Viele ausländische Arten entfalten ihre Blüthenstände lange Zeit vor den Blättern, wodurch dieselben natürlich den Insekten sich um so auffallender bemerklich machen, wie ja auch unsere Obstbäume und die meisten Frühlingsblumen vor der Belaubung blühen, um den in den kalten Frühlingstagen nur spärlich schwärmenden Bienen und anderen Insekten leichter in die Augen zu fallen.[41])

Es ist unmöglich, hier im Einzelnen auch nur die wichtigsten der Einrichtungen zu schildern, durch welche die Orchideen verhindern, daß ihr Blüthenstaub von selbst auf die Narbe fällt,[42]) welche es auch dem Insekt unmöglich machen, zum Honig zu gelangen, ohne die Staubkölbchen vermittelst der Klebscheiben sich an den Kopf

anzuheften, oder welche dasselbe zwingen, die an seiner Stirn festsitzenden Staubkölbchen erst beim Besuch einer zweiten Blüthe auf die Narbe derselben festzukleben. Bei einigen Orchideen ist die Lippe reizbar; sobald ein Insekt sich auf dieselbe gesetzt hat, klappt sie plötzlich mitsammt ihrem Gaste in die Höhe und hält ihn so lange gefangen, bis er die Bestäubung vermittelt hat.[43]) Gewöhnlich sind Staubbeutel und Schnäbelchen so reizbar, daß sie bei der leisesten Berührung die Klebscheiben sammt den auf diesen befestigten Staubkölbchen augenblicklich hervortreten lassen. Bei einer der merkwürdigsten Orchideen des tropischen Amerika (Catasetum) befinden sich an der Spitze der Säule zwei bewegliche Hebel, ähnlich Fühlhörnern; sobald der eine von einem Insekt berührt wird, schießt die Blume die beiden Staubkölbchen aus dem Staubbeutel ab, gleich Pfeilen von Bogen, so daß sie einen Meter weit, immer mit der Klebscheibe voran, fortgeschleudert werden und das auf der Lippe sich niederlassende Insekt unfehlbar an die Stirn treffen. Das Wunderbarste aber bei dieser Orchidee ist, daß diejenigen Blumen, an deren Narbe das Insekt nunmehr die Staubkölbchen anheften soll, zu leichterer Unterscheidung völlig anders gestaltet und gefärbt sind, so daß man sie früher für eine ganz verschiedene Gattung hielt und ihnen einen besonderen Namen (Nonnenblume, Monachanthus) gab; erst vor etwa fünfzig Jahren entdeckte der aus Thüringen gebürtige Sir Richard Schomburg bei seiner Erforschung der Urwälder von Britisch-Guiana, daß aus dem nämlichen Knollstock Blumen von Catasetum und Monachanthus hervorsprossen; Darwin bemerkt, daß die beiden Formen, von denen diese das weibliche, jene das männliche Geschlecht darstellen, einander weniger ähnlich seien, als beispielsweise Pfauhahn und Pfauhenne.[44])

Sobald die Bestäubung der Narbe vollzogen ist, legt die Orchidee das Feiergewand ab, das sie zu Ehren ihres Besuches getragen; die bunten Blumenblätter welken und werden abgeworfen; der zum Fruchtknoten umgewandelte Blüthenstiel schwillt und nimmt

eine länglich-eiförmige Gestalt an; er wird zur Fruchtkapsel, die zahllose winzige Samen einschließt, kaum größer als Pfefferstäubchen; die Botaniker bezeichnen sie als sägespänartig. Jeder Same enthält in einer zarten Hülle ein fast mikroskopisches Kügelchen, den Keim. Nach einer Reifezeit, die mitunter Monate dauert, öffnet sich die Kapsel, indem drei Klappen sich aus einem Rahmen lösen, der von drei oben und unten verbundenen Leisten gebildet wird; die Samen verstäuben in alle Winde. Die Kapseln vieler tropischen Orchideen sind mit besonderen Schleuderfäden ausgerüstet, die durch hygroskopische Bewegungen die winzigen Samen umherstreuen.



Same einer Orchis. Vergr. 50 mal. Nach Baillon.

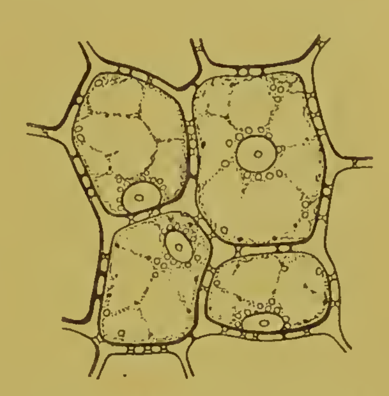
Darwin berechnete die Zahl der Samen bei der gefleckten Orchis unserer feuchten Waldwiesen[45]) auf 186 000; bei einer Stanhopea mögen es Millionen sein; aber von dieser Unzahl kommt meist kein einziger zur Entwickelung. Glückt es aber einem Samen, je nach der angeborenen Natur, in feuchter Erde oder in der Rindenspalte eines tropischen Baumes zu keimen, so schwillt das ungestalte Keimkügelchen zu einem kleinen Knöllchen an, aus dessen Spitze ein winziges Laubstengelchen hervorsproßt; bei den einheimischen Erdorchideen stirbt dieses im Herbst ab, hinterläßt aber im Boden ein etwas größeres Tochterknöllchen; aus diesem entwickelt sich im folgenden Frühling ein stärkerer Laubstengel; erst nach fünf bis neun auf einander folgenden Jahresgenerationen ist die Orchidee so weit erstarkt, daß sie einen Blüthenstengel treibt; bei den ausländischen Baumorchideen vergehen von der Keimung oft noch zwölf Jahre, ehe sie zum Blühen gelangen.[46])

VI.

Zweimal im Verlaufe dieses Jahrhunderts haben die Orchideen Veranlassung zu mikroskopischen Entdeckungen gegeben, welche die

Wissenschaft vom Leben erweitert und in verschiedener Richtung neu gestaltet haben.

Als am Anfang des Jahrhunderts die stetige Verbesserung der Mikroskope erneute Anregung gab, die fast hundert Jahre lang vernachlässigte Erforschung des inneren Baus der Gewächse wieder in Angriff zu nehmen, da wurden zunächst die in Vergessenheit gerathenen Beobachtungen Malpighis, Grews und Leeuwenhocks bestätigt, daß alle Pflanzen aus Bläschen oder Zellen und aus Gefäßen oder Fasern aufgebaut seien; die Zellen aber stellte man sich, ähnlich denen der Bienenwaben, als einfache Kammern vor, die mit Saft gefüllt seien. Da berichtete im Jahre 1831 in einer Sitzung der „Linnean Society“ von London Robert Brown, welcher die reiche Orchideenflora Australiens zuerst bekannt gemacht hatte und sich auch mit der Morphologie und den Befruchtungsvorgängen bei dieser Familie beschäftigte, er habe in den Zellen der Orchideen ein eigenthümliches Gebilde gefunden, ein kugeliges oder linsenförmiges Körperchen, das er Areole oder Kern (nucleus) nannte.[17] Der letztere Name war glücklich gewählt; denn bald stellte sich heraus, daß nicht bloß alle pflanzlichen, sondern auch alle thierischen Zellen solche Kerne besitzen, und daß in diesen Gebilden in der That der Kern der ganzen Entwickelung der Zellen seinen Sitz habe. Der bei den Orchideen zuerst aufgefundene Zellkern ist heut als das wichtigste Organ der pflanzlichen wie der thierischen Zelle anerkannt, der ihre Lebensvorgänge beherrscht und auch bei der Fortpflanzung der eigentliche Träger der Vererbung zu sein scheint.



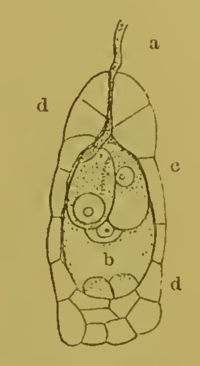
Zellen aus der Oberhaut eines Orchideenblattes. Vom Zellkern gehen feine Protoplasmaströmchen aus. Nach F. Rosen. Vergr. 300 mal.

Im Jahre 1837 hatte Matthias Schleiden den kühnen Ver-

such gemacht, unter seinem Mikroskop nicht bloß die Erzeugung einer neuen Zelle durch den Zellkern, sondern auch die Erzeugung einer neuen Pflanze im Innern der Samenknospe zu belauschen. Bis dahin wußte man wohl, daß nur dann in der Samenknospe ein lebensfähiger Keim oder Embryo entsteht, wenn die feinen Körner des Blüthenstaubs, die Pollenzellen, auf die Narbe übertragen und hier in lange Schläuche ausgesproßt sind; man hatte auch bereits diese Schläuche mit ihrer Spitze in eine Oeffnung der häutigen Umhüllungen der Samenknospe, in den Keimmund oder die Mikropyle eindringen sehen. Aber was dann weiter im Innern der Samenknospe vor sich gehe, darüber schwebte noch ein Jahrzehnt lang undurchdringliches Geheimniß; denn was Schleiden ermittelt zu haben glaubte, erwies sich bei eingehender Prüfung als ungenau beobachtet und unrichtig gedeutet. Einem italienischen Astronomen war es vorbehalten, das große Problem der Erzeugung neuer Wesen zu lösen; die Orchideen waren es, die ihm den Weg dazu wiesen. Giambattista Amici (1784—1863) war Professor der Mathematik in seiner Vaterstadt Modena gewesen, dann nach Florenz als Direktor der Sternwarte berufen worden, die, an den Palast Pitti angrenzend, mit dem Museo di storia naturale verbunden ist, und die in ihrer „Tribuna" Galileis Reliquien bewahrt. Amici war Meister in der Anfertigung physikalischer, besonders optischer Instrumente; seine Mikroskope galten bis über die Mitte des Jahrhunderts als die vollkommensten; der Besitz eines Mikroskopes von Amici war für den Naturforscher ein vielbeneideter Schatz. Amici verwerthete aber auch selbst als ein Beobachter von ungewöhnlichem Scharfblick seine Mikroskope und Teleskope zur Erforschung des unendlichen Himmels, wie des kleinsten Lebens; wenn auch die Mehrzahl seiner Entdeckungen in das Gebiet der Astronomie fällt, so war es ihm doch schon 1823 geglückt, als der Erste das oben erwähnte Auswachsen der Pollenkörner in lange Schläuche zu beobachten.

Bei der Versammlung der italienischen Naturforscher, welche

1847 in Genua stattfand, und die in jener Zeit, wo Italien noch „ein bloßer geographischer Begriff" war, als der Ausdruck der geistigen Einheit des Vaterlandes mit Enthusiasmus begrüßt wurde, erschien auch Amici mit einem Vortrage „Ueber die Befruchtung der Orchideen". Mit glücklichem Takt hatte er gerade die Orchideen zum Felde seiner Forschungen gewählt; denn während bei den übrigen Pflanzen die Samenknospen zu groß und zu undurchsichtig sind, als daß ohne schwierige Präparation ihr Inneres freigelegt werden könnte, sind sie bei den Orchideen so klein und so transparent, daß alle inneren Vorgänge ohne Weiteres unter dem Mikroskop sichtbar sind. Amici fand in jeder Samenknospe eine große Zelle, die fast den ganzen Raum derselben einnimmt; in dieser Zelle — sie wird jetzt als Embryosack bezeichnet — entdeckte er, und zwar in der Nähe des Keimmundes oder der Mikropyle, ein dunkles, mit einem Kern begabtes Bläschen, das Ei der Orchidee; damit dieses aber zu einer neuen Pflanze heranwachse, muß es mit der Spitze eines Pollenschlauches in Berührung gekommen sein. Wenn ein Insekt die Staubkölbchen aus einer Orchisblüthe herausgeholt und sie vermittelst der Klebscheiben sich an seine Stirn angeheftet, sodann sie auf die klebrige Narbe einer zweiten Blüthe abgesetzt hat, dann wachsen die einzelnen Pollenkörner, von denen im Staubkölbchen über Hunderttausend zusammengekittet sind, jedes in einen langen Schlauch aus, durch das Gewebe der Narbe und der Säule hindurch in das Innere des Fruchtknotens hinein; hier vertheilen sie sich so, daß für jede der zahlreichen Samenknospen ein Pollenschlauch sich absondert und durch die Mikropyle hindurch bis zum Ei vordringt. Offenbar geschieht nun eine befruchtende



Befruchtung der Samenknospe von Orchis Morio. a Pollenschlauch; b Embryosack; c Ei mit zwei Gehülfinnen (Synergiden); d Innere Hülle der Samenknospe mit Mikropyle. Vergr. 300. Nach Hofmeister.

Einwirkung des Pollenschlauches auf das Ei; denn dieses bekleidet sich alsbald mit einer Zellhaut, wächst schlauchförmig aus, theilt oder furcht sich sodann an der Spitze erst in zwei, dann in vier, weiter in acht und sechzehn Abschnitte und gestaltet sich schließlich zu einer brombeerähnlichen Zellenkugel, die erst bei der Keimung allmählich zu einer neuen Orchidee heranwächst.

Amicis Entdeckungen erregten bei dem Kongreß von Genua das größte Aufsehen; mit patriotischem Stolz wurde von den Italienern die wissenschaftliche That eines Landsmannes begrüßt, der eine Aufgabe gelöst hatte, an der bis dahin die größten Forscher der anderen Kulturvölker gescheitert waren; es wurde sofort eine Kommission gebildet, die diese Beobachtungen prüfen sollte. Dennoch würde es bei der damaligen wissenschaftlichen Isolirung Italiens vermuthlich noch längere Zeit gedauert haben, bevor dieselben zu allgemeiner Anerkennung gelangten, wenn nicht dem Kongreß ein deutscher, als oberste internationale Autorität anerkannter Pflanzenphysiologe beigewohnt hätte, Hugo Mohl von Tübingen. Nachdem dieser schon in Genua durch die Zeichnungen und Präparate Amicis sich von der Richtigkeit seiner Entdeckungen überzeugt hatte, machte er dieselben nicht nur sofort durch Uebertragung ins Deutsche weiteren Kreisen bekannt,[48]) sondern wiederholte sie auch, in die Heimath zurückgekehrt, an deutschen Orchideen und verkündete nun öffentlich mit dem Zeugniß seiner vollen Bestätigung, daß durch Amicis Forschungen über eines der bedeutungsvollsten Mysterien des organischen Lebens helles Licht verbreitet worden sei.[49]) Durch Mohl angeregt, wendete sich ein junger Buchhändler, der den Tag über auf dem Comptoirsessel in seines Vaters Verlagsgeschäft zu Leipzig arbeitete, die Abende aber zu Hause am Mikroskop mit den feinsten Untersuchungen über die Entwickelung der Pflanzen zubrachte — wendete Wilhelm Hofmeister sich dem Studium der Embryobildung zu, das er über alle Blüthenpflanzen ausdehnte; seit dem Jahre 1849, wo dieser geniale Forscher seine „Untersuchungen über die Entstehung

des Embryo der Phanerogamen" bekannt machte, wissen wir, daß die neue Pflanze stets aus der Verschmelzung zweier Zellen hervorgeht, von denen die eine, das Ei, begleitet von zwei Gehülfinnen, im Embryosack der Samenknospe sich bildet, während die andere, die Samenzelle, im Pollenkorn entstanden ist und durch den Pollenschlauch bis zum Ei hinabgeleitet wird; neuere Untersuchungen, die wir hauptsächlich Strasburger (Bonn) und Guignard (Paris) verdanken, haben uns gelehrt, daß bei dieser Verschmelzung zweier Zellen auch ihre Zellkerne sich vereinigen, um den ersten Zellkern des Embryo zu bilden.

Nunmehr verstehen wir es auch, warum die Pflanze solche Sorgfalt anwendet, um die Uebertragung des Blüthenstaubs auf die Narbe der nämlichen Blume zu erschweren, wo nicht ganz zu verhindern, während sie die Bestäubung durch eine andere Blüthe, wo möglich durch eine andere Pflanze gleicher Art begünstigt. Denn es steht fest, daß sowohl im Ei, als auch in der Samenzelle sich die sämmtlichen Eigenschaften der Pflanze konzentriren, von der sie erzeugt sind. Nun besitzt aber jedes lebende Wesen, gleichviel ob Thier oder Pflanze, außer den allgemeinen Merkmalen, die es mit allen Individuen gleicher Art theilt, auch noch besondere Eigenthümlichkeiten, durch die es sich eben von seinen Geschlechtsgenossen unterscheidet. Von diesen individuellen Eigenschaften mögen einige nützlich sein; andere aber, wie die Neigung zu gewissen Erkrankungen oder Mißbildungen, sind der Erhaltung eines gesunden Lebens schädlich. Stammen Ei und Samenzelle von derselben Pflanze oder gar von derselben Blüthe, so werden sich auch diese nachtheiligen Eigenschaften in der nächsten Generation summiren, und sie werden bei fortgesetzter Inzucht früher oder später das Aussterben des Geschlechts herbeiführen. Sind aber Ei und Samenzelle von verschiedenen Pflanzen erzeugt, so werden nur diejenigen Eigenschaften sich addiren, welche beiden gemeinsam sind; die individuellen schädlichen Eigenthümlichkeiten der Eltern aber werden sich aufheben oder

doch nur in abgeschwächtem Maße auf die Nachkommen übertragen; sie werden bei fortgesetzter Kreuzung allmählich ganz verschwinden. Auf diese Weise sorgt die Natur dafür, daß nur die allgemeinen Eigenschaften, welche allen Gliedern einer Art zukommen und den wesentlichen Charakter derselben ausmachen, von Generation zu Generation sich vererben; die individuellen Abweichungen dagegen, von denen die Sorte oder Spielart abhängt, vererben sich durch den Samen nicht oder doch nicht sicher; vielmehr werden dieselben durch Kreuzung bald wieder ausgeglichen und daher nicht dauernd erhalten; dagegen erscheint die Erhaltung der Art für unbegrenzte Zeit gesichert. Darwin hat durch zahlreiche Experimente den Beweis geliefert, daß bei den Pflanzen reine Inzucht früher oder später eine Schwächung und schließlich das Aussterben zur Folge hat, während durch Kreuzung eine unbegrenzte Reihenfolge lebenskräftiger Generationen erzeugt wird. [50])

VII.

In der Familie der Orchideen, deren Glieder, trotz unendlich mannigfaltiger Abweichungen im Einzelnen, doch eine unverkennbare Uebereinstimmung in allen wesentlichen Grundzügen darbieten, erblickt Darwin einen überzeugenden Beweis für die Wahrheit der Abstammungslehre. „Können wir uns," fragt er, „durch die Annahme befriedigt fühlen, daß jede Orchidee, genau so, wie wir sie jetzt sehen, nach einem gewissen idealen Typus geschaffen sei? Ist es nicht eine einfachere und verständlichere Annahme, daß alle Orchideen dasjenige, was sie mit einander gemein haben, ihrer Abstammung von einer gemeinsamen Stammform verdanken?"

In der That, wenn die vielen tausend Arten der Orchideen eine so überraschende Verwandtschaft zeigen, so läßt sich das nicht anders begreifen, als daß sie ihre gemeinsamen Familienzüge der Abstammung von gemeinsamen Urahnen verdanken, welche den größten Theil ihrer Eigenschaften bis auf die spätesten Generationen

vererbt haben. Wenn sich auch von diesen leicht vergänglichen Gewächsen keine Ueberreste aus früheren Erdepochen erhalten haben, so spricht doch alle Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Urahnen unserer heutigen Orchideen in den Urwäldern lebten, deren Stämme in den Braunkohlenlagern begraben liegen, in jenem Zeitalter, wo um den Nordpol noch Gingkos und Wellingtonien und bei uns in Deutschland Palmen und Lorbeerbäume grünten.

Darwin erblickt aber auch in den Orchideen Belege für denjenigen Theil seiner Lehre, der gewöhnlich als Selektionstheorie oder Naturzüchtung bezeichnet wird, und der mit der Abstammungslehre in keinem nothwendigen Zusammenhang steht. Hatte er doch nachgewiesen, daß die Orchideen sich nicht fortpflanzen können, wenn sie nicht durch Insekten befruchtet werden; es mußten daher diejenigen Blumen durch gesicherte Samenbildung bevorzugt sein, welche nicht bloß im Stande waren, Insekten anzulocken, sondern auch dieselben in solche Lage zu bringen, daß sie gezwungen waren, den Blüthenstaub auf die Narbe zu übertragen; dagegen mußten diejenigen Blumen, welche dies nicht vermochten, ohne Nachkommenschaft zu Grunde gehen. Es erscheint daher begreiflich, daß diejenigen Einrichtungen der Orchideen, welche den Insektenbesuch begünstigen, in der Reihe der Generationen immer vollkommener und zweckmäßiger ausgebildet wurden. Andererseits lassen sich aus den Anpassungen an die verschiedenen Insektengattungen und an die Veränderungen in den äußeren Lebensbedingungen, welche mit der Verbreitung der Orchideen über den Erdkreis im Lauf der Jahrtausende eintraten, die zahllosen Abänderungen und Umgestaltungen der gemeinsamen Stammform ableiten, welche in den Gattungen und Arten der jetzt lebenden Orchideen in die Erscheinung treten.

Während die Abstammungslehre heute als ein gesicherter Besitz der Wissenschaft anerkannt ist, sind gegen die Lehre, daß die Entstehung der Arten durch die Naturzüchtung und den Kampf ums Dasein bedingt sei, gewichtige Einwände von Philosophen und Natur-

forschern erhoben worden. Nicht das wird in Zweifel gezogen, daß in der gesammten Natur zwischen Wesen gleicher Art, wie zwischen den verschiedenen Arten der Thiere und Pflanzen ein niemals ruhender Kampf ums Dasein waltet, in dem die Schwächeren unterliegen, die Begünstigten sich erhalten und fortpflanzen; bestritten wird nur, ob dieser Kampf bei der Umprägung der vorweltlichen in die jetzt lebenden Arten der einzige oder doch der Ausschlag gebende Faktor gewesen ist. Noch in neuester Zeit hat der scharfsinnige Begründer der synthetischen Philosophie, Herbert Spencer, mit aller Entschiedenheit sich dahin ausgesprochen: die Natur sei gar nicht im Stande, neue Arten in der Weise zu züchten, wie der Gärtner neue Obstsorten, neue Blumenformen züchtet, indem er nur diejenigen erhält und vermehrt, die ihm den meisten Gewinn versprechen, alle minderwerthigen aber verwirft; denn die geringfügigen Abänderungen, welche zwischen Wesen gemeinsamer Abstammung auftreten, müßten sich bei der in der freien Natur stets stattfindenden Kreuzung bald verwischen, ohne sich zu besonderen Artmerkmalen steigern zu können.[51]) Selbst der entschiedenste Vertreter der Lehre von der Naturzüchtung, August Weismann, hat noch in jüngster Zeit zugestanden: „Daß die Variationen durch den Kampf ums Dasein in bestimmter Weise zur Entstehung der Arten gerichtet würden und so das Zweckmäßigste hervorbringen, sei zwar eine schöne und bestrickende Hypothese; aber es sei der Beweis für sie noch zu erbringen."[52])

Es ist hier nicht der Ort, die schwierige und verwickelte Frage eingehend zu erörtern, ob durch Darwin die letzten und höchsten Probleme der organischen Schöpfung bereits endgültig gelöst sind: denn auch für die Naturwissenschaft gilt der Spruch des Faust:

Dort wird sich manches Räthsel lösen;
Doch manches Räthsel knüpft sich auch . . .

Aber indem Darwin, im Verein mit seinen Vorläufern und Nachfolgern, an den Pflanzen, die den Gegenstand dieser Betrachtungen gebildet haben, eine unabsehbare Fülle wunderbar zweck-

mäßiger Einrichtungen und Lebensvorgänge und ungeahnte Wechselbeziehungen zwischen Thier- und Pflanzenwelt erkennen ließ, ist uns neben dem rein ästhetischen Genuß, den die Anschauung ihrer Gestalten auch dem Laien gewährt, ein tieferer Einblick in die Harmonie der Naturordnung zu Theil geworden, und mit geläuterter Erkenntniß stimmen wir ein, gleichviel welcher philosophischen oder theologischen Richtung wir angehören, in den erhabenen Gesang unseres großen Dichters:

Die unbegreiflich hohen Werke
Sind herrlich wie am ersten Tag!





Erläuterungen.

[1]) (S. 236.) Serapias Lingua.

[2]) (S. 236.) Stanhopea Bucephalos; in Mexiko sind Stanhopeaarten unter dem Volksnamen Capeza de toro, Stierkopf, bekannt.

[3]) (S. 236.) Ophrys aranifera, Arachnitis; Spiculaea ciliata.

[4]) (S. 236.) Peristeria alata, flor di spirito santa, in Centralamerika.

[5]) (S. 237.) A. v. Humboldt, Ansichten der Natur II. S. 33: Ideen zur Physiognomik der Gewächse.

[6]) (S. 237.) Calypso borealis.

[7]) (S. 238.) Nigritella angustifolia; auch Chamaeorchis alpina ist eine Orchidee des Hochgebirges.

[8]) (S. 238.) Die größten, meterhohen Orchideen der deutschen Flora gehören der Gattung Epipactis an, die zerstreut an Waldrändern wächst.

[9]) (S. 238.) Microstylis monophylla.

[10]) (S. 238.) Platanthera bifolia, Listera u. a.

[11]) (S. 238.) Orchis maculata, latifolia, incarnata. Auch viele ausländische Orchideen besitzen Blätter mit purpurnen Streifen und Zeichnungen; die indischen und malayischen Physurus und Anectochilus zeigen auf dem tiefen Sammtgrün ihrer Laubflächen ein feines Goldnetz. Eine buntblättrige Orchidee von Ceylon wird Wana Raja, Waldkönigin, genannt.

[12]) (S. 238.) Neottia Nidus avis.

[13]) (S. 238.) Corallorrhiza innata, Epipogium aphyllum.

[14]) (S. 242.) Dead mans finger. Hamlet, Act IV, Scene 7. Die fingerförmigen Knollen sind aus der Verwachsung mehrerer, keulig aufgeschwollener Wurzeln entstanden.

[15]) (S. 242.) Einige unter den einheimischen Orchideen besitzen statt der Knollen einen unterirdischen, kriechenden Wurzelstock (Epipactis, Cephalanthera, Listera u. a.).

[16]) (S. 243.) Rumphius (Rumpf, 1627—1702) Herbarium amboinense Vol. VI. Lib. XI. c. 1.

[17]) (S. 244.) Polyrrhiza funalis.

[18]) (S. 244.) Vanda teres.

[19]) (S. 244.) Bolbophyllum minutissimum, Australien, Sarcochilus microscopicus. Sumatra, Microthallus ornatus, Südamerika.

[20]) (S. 245.) So berichtet Franc. Hernandez, der Leibarzt des Königs Philipp II. von Spanien, den dieser nach Mexiko geschickt hatte, um die Heilmittel und Nutzpflanzen von Neuspanien zu sammeln und abmalen zu lassen; sein Werk ging bei einem Brande des Escurial zu Grunde, aber eine Bearbeitung wurde 1651 zu Rom auf Kosten des Präsidenten der Accademia dei Lincei, Principe Cesi, in lateinischer Sprache gedruckt; hier erhielt die mexikanische Fürstenblume wegen der luchsähnlichen Tüpfelung ihrer Blüthenblätter und zu Ehren der Akademie den Namen der Luchsblume (flos Lynceus).

[21]) (S. 245.) Angraecum scriptum bei Rumphius Herb. amboin. VI. 1. XI. c. 1; sie heißt jetzt Grammatophyllum scriptum; der Name bezieht sich auf die purpurbraunen Zeichnungen der gelben Blüthenblätter, welche Rumpf hebräischen Buchstaben ähnlich fand. Außer den aufwärts wachsenden Nestwurzeln besitzt die Riesenorchidee auch noch, wie alle Epiphyten, Klammerwurzeln, die sich an die Baumrinde anpressen.

[22]) (S. 246.) Ein Exemplar der Riesenorchidee (Grammatophyllum speciosum) an der Wohnung des Obergärtners am Botanischen Garten von Buitenzorg trug nach der Mittheilung von Treub, der wir die Schilderung im Text entnehmen, gleichzeitig 4600 Blüthen.

[23]) (S. 247.) Nach Kraus, „Geschichte der Pflanzeneinführungen in die europäischen Botanischen Gärten," Leipzig 1894, sind die ersten tropischen Orchideen aus den holländischen Kolonien in den Botanischen Garten zu Leyden (1705) eingeführt worden.

[24]) (S. 247.) Die neueste Bearbeitung der Orchideenfamilie in Engler-Prantl, „Natürliche Pflanzenfamilien" verdanken wir dem Direktor des Botanischen Gartens zu Heidelberg, Prof. Pfitzer.

[25]) (S. 248.) Bei den großen Orchideenauktionen in London wurden für Odontoglossum crispum var. apiatum und für Cypripedium Goodefroyae 11000, für Cattleya Trianao 14700, für Cypripedium platycernm 16000 Mk. gezahlt.

[26]) (S. 249.) Als Importeure und Züchter von Orchideen stehen in erster Reihe Linden (Brüssel), van Houtte (Gent), Veitch, Sanders (London). In Deutschland leistet Haupt (Brieg, Schlesien) Hervorragendes in der Kultur der Orchideen. Vergl. Lucien Linden, Les orchidées et leur culturo en Europe, Paris 1894.

[27]) (S. 250.) Vergl. C. de Varigny, „Le monde antilléen." Rovue des deux mondes 1893, 1. Sept.

[28]) (S. 250.) A. Wallace, „Die Tropenwelt," 1878, übersetzt v. D. Brauns, Braunschweig 1879.

[29]) (S. 250.) Der Botanische Garten „3 Lands Plantentuin" zu Buitenzorg auf Java, Festschrift. Leipzig, 1893.

30) (S. 250.) G. Haberlandt, Eine botanische Tropenreise, Leipzig, 1893.

31) (S. 251.) Plato, Polit. III. c. 11. u. 401. A.

32) (S. 252.) Vergl. „Goethe als Botaniker," Bd. I. S. 111 ff.

33) (S. 252.) „Wer könnte uns verargen, wenn wir die Orchideen monströse Liliaceen nennen wollten?" Goethe, Naturwissenschaftl. Schriften, 6. Bd. Weimar, 1891. „Zur Morphologie," I. Theil, S. 186. G. führt dies als Beleg dafür an, wie schon bei der Sonderung der Pflanzenfamilien Bildung und Mißbildung sich berühren.

34) (S. 256.) Kölreuter, Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, Leipzig, 1761—1766.

35) (S. 256.) Listera ovata.

36) (S. 259.) Nach dem Bericht des Hernandez bereiteten die alten Mexikaner aus den gerösteten und zerstoßenen Bohnen des Kakao (Cacauatl) unter Zusatz von Vanille (Tlilxochitl), von Maismehl und verschiedenen Samenkörnern, darunter auch einer Art Pfeffer, vier verschiedene Getränke, von denen eines den Namen Chocolatl führte.

37) (S. 260.) Ophrys muscifera.

38) (S. 260.) Coryanthes macrantha u. a. A.

39) (S. 261.) Bienen kleben sich mitunter beim Besuch von Orchideen so viele Staubkölbchen an ihre Stirn, daß sie nur mit Mühe weiterfliegen können; man hat dies für eine besondere „Hörnerkrankheit" gehalten.

40) (S. 262.) Schon Sprengel fragte: „Warum hat die Natur unsere gemeinsten Orchisarten (O. maculata, Morio), denen sie doch völlig das Aussehen und die Einrichtung von Honigsaftblumen gab, doch nicht mit Honig versehen?" Er nennt sie Scheinsaftblumen, Täuschblumen, da sie die Insekten zum Besten halten, wenn diese ihren Rüssel in den leeren Sporn stecken. Indessen finden sie darin saftiges Gewebe, was ihnen genügen mag, sonst würden sie nicht unverdrossen von einer Blume zur anderen fliegen.

41) (S. 262.) Wir wissen jetzt, daß ähnliche Einrichtungen, wie bei den Orchideen, auch bei einer sehr großen Zahl anderer Blüthen bestehen; Pflanzen, bei denen die Befruchtung durch Insekten vermittelt wird, werden als Insektenblüther (entomophil) bezeichnet. Es giebt indessen auch zahlreiche Pflanzen, wo der Blüthenstaub durch den Wind auf die Narben gebracht wird; solche windblüthige (anemophile) Gewächse besitzen gewöhnlich kleine unscheinbare grünliche Blüthen ohne Duft und Honig, mit langen Staubfäden, die vom Winde geschaukelt ganze Wolken staubfeinen Blüthenstaubs ausstreuen. Endlich fehlt es auch nicht an Pflanzen, die sich selbst befruchten, d. h. wo der Blüthenstaub in Folge der ganzen Einrichtung der Blüthen auf die eigene Narbe fallen muß (autogame Pflanzen); noch größer ist die Zahl der Pflanzen, bei denen, wenn die Insektenbefruchtung (wegen ungünstiger Witterung) unterblieben ist, nachträglich Selbstbefruchtung eintritt.

[42]) (S. 262.) Bei einigen wenigen Orchideen findet Selbstbestäubung statt; Darwin selbst beobachtete bei der Bienenophrys (Ophrys apifera), daß die Staubkölbchen auf langen fadenförmigen Stielchen stehen, welche sich von selbst bogenförmig krümmen und dadurch nicht bloß die Blüthenstaubpackete aus dem Staubbeutel herausziehen, sondern sie auch sofort auf die klebrige Narbe andrücken.

[43]) (S. 263.) Calaena nigra; Megaclinium Bufo; Masdevallia muscosa.

Bei dem prächtigen, aus Borneo stammenden Cymbidium Lowii stehen die großen Blüthen in Trauben auf meterlangen, bogig herabhängenden Blüthenstengeln. Zwei Kelch- und zwei Blumenblätter sind in Kreuzform wagerecht ausgebreitet; das dritte helmartige Kelchblatt und die Lippe sind dagegen senkrecht aufgerichtet und bilden eine Röhre, welche die bandförmige Säule mit dem glockenförmigen Staubbeutel an ihrer Spitze umschließt. Die Farbe der Blüthenblätter ist grünlichgelb; doch endet die Lippe an ihrem oberen Ende in einen großen abwärts gebogenen, spitz dreieckigen, scharlachrothen Zipfel, gleich einer ausgestreckten Zunge; von diesem zieht sich eine mit wulstigen Rändern eingefaßte rothe Furche hinab bis zum Grunde der Lippe, an welchem Honig abgesondert wird. Ein Insekt, das von der rothen Zunge angelockt und honiglüstern der rothen Furche folgend, in die Röhre hineinkriecht, drückt durch sein Gewicht die Lippe gleich einem einarmigen Hebel abwärts, so daß es mit dem Staubbeutel nicht in Berührung kommt; sowie das Thierchen aber etwa bis zur Mitte der Lippe gekommen ist, schlägt diese elastisch aufwärts an die Säule an und hält ihren Gefangenen in dem engen Raume zwischen Lippe und Säule fest. Wenn das Insekt dann längs der Säule herauskriecht, muß es nothwendig den Staubbeutel abheben und mit der Klebscheibe an seine Stirn festkleben; sobald aber das Insekt eine zweite Blüthe besucht, heftet es den Staubbeutel an die am Eingange befindliche Narbenfläche an der Spitze der Säule. Der Vorgang läßt sich leicht nachahmen, wenn man ein künstliches Insekt an der Spitze eines Stäbchens in eine Blüthe einführt.

[44]) (S. 263.) Catasetum bringt sogar neben männlichen und weiblichen noch eine dritte Art von Blüthen hervor, die wiederum ganz anders gestaltet sind und früher ebenfalls für eine selbstständige Gattung (Myanthus) angesehen wurden; es scheinen dies Zwitterblumen zu sein.

[45]) (S. 264.) Orchis maculata.

[46]) (S. 264.) Räthselhaft ist es, warum die Orchideen, die durch die zweckmäßigsten Einrichtungen die Befruchtung ihrer Blüthen zu garantiren bestrebt sind, so geringe Sorgfalt auf das Gedeihen ihrer Samen verwenden. Würden freilich alle Samen, die eine Orchidee in ihren Kapseln zur Reife bringt, zu neuen Pflanzen heranwachsen, so würde die Erde bald mit Orchideen überfüllt sein. In Wirklichkeit aber gehören unsere Erdorchideen zu den wenigen Pflanzen, die sich, abgesehen von den Samen, gar nicht vermehren; denn die bei anderen Gewächsen so ausgiebige Vermehrung durch Wurzelstöcke, Ausläufer oder Be-

stockung findet bei ihnen nicht statt. Jede Orchidee, die im Herbst abstirbt, wird im nächsten Frühling durch ein neues Individuum ersetzt; aber mit jeder Orchidee, die mit der Knolle ausgegraben wird, verschwindet ein Einzelwesen aus der Welt; der Nachwuchs aus den winzigen Samen tritt wohl nur ausnahmsweise ein. Bei den Orchideen mit Wurzelstock, insbesondere den epiphytischen der Tropen findet allerdings auch reichliche Vermehrung aus den Wurzelstöcken statt.

[17]) (S. 265.) Robert Brown, On the organs and modo of fecundation in Orchideao and Asclepiadeae (Botan. Werke I. S. 511 ff.).

[48]) (S. 268.) Amici, Ueber die Befruchtung der Orchideen, übersetzt von Hugo Mohl. Botan. Zeitung 1847, S. 364, 380.

[49]) (S. 268.) Hugo Mohl, Ueber die Entwickelung des Embryo von Orchis Morio. Botan. Zeitung 1847, S. 465.

[50]) (S. 270.) Ch. Darwin, Cross- and self fertilisation of plants, 1876.

[51]) (S. 272.) Herbert Spencer, The inadequacy of natural selection. Contemporary Review, Febr. und März 1893.

[52]) (S. 272.) Weismann, Die Allmacht der Naturzüchtung, Jena 1893. Weismann bestrebt sich allerdings, in obiger Schrift den Beweis für Darwins Lehre zu liefern. Herbert Spencers Erwiderung „A Rejoinder to Professor Weismann" ist in Contemporary Review, Dec. 1893 erschienen.





Insektenfressende Pflanzen.







Insektenfressende Pflanzen.

I.

Das Auge des Naturfreundes, das mit Wohlgefallen an dem Grün des Waldes, den bunten Farben der Wiese sich erfrischt, fühlt sich abgestoßen von der düsteren Eintönigkeit, die über der Heide lagert; den traurigsten Anblick bietet die Moorheide, welche im Norden Europas unermeßliche Strecken bedeckt. Der Kultur unzugänglich, bedroht ihr schwankender Boden selbst den flüchtigen Besucher mit der Gefahr des Versinkens, und leicht begreifen wir, daß die Phantasie des Volkes, und von ihr erregt, der Genius des Dichters die öde Fläche mit den Spukgestalten der Unholdinnen bevölkert, die aus dem Moor auftauchen und im Nebel verschwinden. Aber wie für den Landschaftsmaler die über der Moorheide brütende schwermüthige Stimmung ihren Reiz übt, so birgt sie auch für den Naturforscher und vor Allem für den Botaniker seltene Schätze.

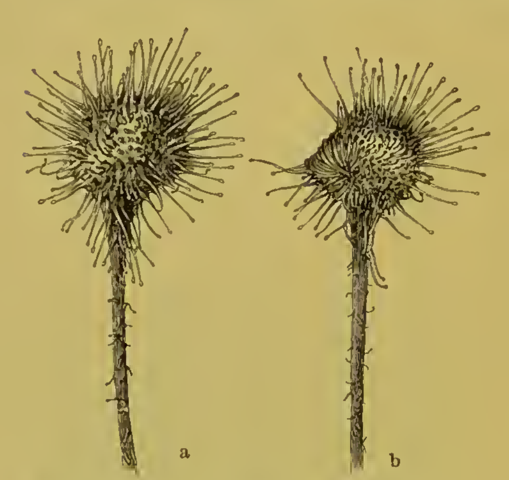
So weit das Auge reicht, überzieht den Boden bleichgraues, auch wohl röthlich oder gelblich schimmerndes Torfmoos (Sphagnum), dessen strahlig ausgebreitete Zweiglein, aufwärts wachsend, die Moorfläche kuppelartig emporwölben, während unterwärts die im Wasser eingetauchten Stengelchen sich in Torf umwandeln.[1]) Zwischen dem fußhohen Buschwerk der Zwergbirken und Zwergweiden wählen sich eigenartige Orchideen ein sicheres Versteck; aus dem feuchten Grunde taucht das Volk der Wollgräser hervor, welche auf schwanken Stielen ihre kugeligen Köpfchen gleich weißen Baumwollflocken tragen, und um die Stöcke der Riedgräser schlingt die Moosbeere ihre feinblätterigen Ranken, an denen rosenfarbene Blüthen und später scharlachrothe Beeren hervorsprießen.[2]) Das wunderbarste Pflänzchen aber unter den Bewohnern der Moorheide führt den poetischen Namen des rundblätterigen Sonnenthau (Drosera rotundifolia): auf den weichen Polstern des Torfmooses lagern sich seine Rosetten, jede gebildet von fünf bis sechs Blättern, die in Gestalt und Größe den Löffelchen gleichen, welche den Salzfäßchen beigelegt zu werden pflegen. Auf flachen Stielchen sitzen die kreisrunden, hohlen Blattflächen, deren Rand, gleich dem Saum des Augenlids, von langen Wimpern eingefaßt ist. Aber die Wimpern der Sonnenthaublätter sind scharlachroth; eine jede ist von einem rothen länglichen Köpfchen gekrönt, einer feinen Stecknadel vergleichbar; ähnliche, doch kürzere Wimpern mit rothen, kugeligen Köpfchen erheben sich von der ganzen Oberfläche des Blattes, so daß dieses an ein flaches Nadelkissen erinnert, dessen Rand mit längeren und dessen Mitte mit kürzeren Stecknadeln in zierlichen Reihen besteckt ist; man zählt im Durchschnitt auf jedem Blatt des Sonnenthau etwa 200 Wimpern. An sämmtlichen Köpfchen hängen kleine Tröpfchen, und im Sonnenschein glitzern die Pflänzchen des Sonnenthau mit ihren grünen Blattflächen, den rothen Wimpern und den funkelnden Thauperlen an ihren Spitzen gleich köstlichem Geschmeide. Aus der Mitte der Blattrosette erhebt sich der Blüthenschaft, kaum spannenhoch, schar-

lackroth, von der Stärke einer Stricknadel; im oberen Drittel trägt er ein halbes bis ganzes Dutzend zierlicher Blümchen. Aber nicht leicht ist es, die Blüthe des Sonnenthau zu beobachten; denn nur im Sonnenschein breiten sich für ein paar Stunden die weißen Blumensterne aus; eine Wolke verhüllt die Sonne, und sofort ziehen sich die zarten Blumenblätter zurück hinter den Schutz des grünen, glockigen Kelches. Während so die Blüthen des Sonnenthau wunderliche Empfindlichkeit gegen den Lichtreiz verrathen, scheinen seine Blätter durchaus unempfindlich; der Wind streicht durch die Heide, die Blätter, dem Boden angedrückt, bleiben unerschüttert; ein Regenschauer trifft sie mit schweren Tropfen, die zarten Wimpern rühren sich nicht. Aber siehe! nun schwebt eine kleine Mücke über die Heide; mit ihren feingeschliffenen Facettenaugen erspäht sie die glänzenden Tröpfchen auf den Blättern des Sonnenthau, und nun läßt sie sich nieder auf eine der Wimpern am Rande eines Blättchens und versucht mit dem Rüssel den verlockenden Trank einzuschlürfen. Aber in demselben Moment fühlt sie sich festgehalten; denn nicht Thau ist es, der auf dem Köpfchen perlt, sondern ein klebriger Saft, in dem die zarten Glieder des Thierchens einsinken. Sofort wittert dasselbe Gefahr; aber wenn es auch mit all seiner Kraft die Beinchen hebt, so bewirkt es nichts, als den zähen Tropfen in Fäden auszuziehen, die bald wieder auf das Wimperköpfchen zurücksinken. Und nun ge=



Rundblättriger Sonnenthau (Drosera rotundifolia). Nat. Gr. Nach Engler=Prantl.

räth das Blatt in eine seltsame Unruhe; seine Wimpern richten sich langsam, aber unaufhaltsam empor, die dem kleinen Gefangenen zunächst stehenden zuerst, die anderen nach der Reihe. Unter unseren Augen nehmen die scharlachrothen Köpfchen eine dunkelpurpurne Färbung an; gleichzeitig vergrößern sich die Tropfen, die aus ihnen hervorgepreßt werden, als wässere der Pflanze der Mund im Vorgefühl einer leckeren Mahlzeit; denn nun zeigt sich, daß die Köpfchen Drüsen sind, welche von den Bewegungen des Thierchens gereizt, ihre Ausscheidung mehren. Durch den nämlichen Reiz beugen auch die Wimpern sich an ihrem Grunde und wenden ihre Spitzen gleich einem starrenden Lanzenwalde wider ihre Beute, die in der Todesangst rastlose, aber vergebliche Anstrengungen zur Befreiung macht. Schon hat eine der Nachbarwimpern das zuckende Opfer am Nacken gepackt; eine zweite drückt ihr rothes Köpfchen an seinen Rücken; zwei, drei kommen von den Seiten hinzu; in wenig Minuten ist das Thierchen von einem Dutzend Wimperköpfchen angefaßt; bald ist es von ihren Tropfen überflossen, erstickt und ertränkt; selbst große Fliegen und Schmetterlinge werden schnell überwältigt. Nun wird der todte Körper von den äußeren Wimpern wie von Hand zu Hand nach innen fortgeschoben, bis er in die Mitte des Blattes zu liegen kommt; nicht ein starres Pflanzenblatt glauben wir vor uns zu sehen, sondern einen Polypen, der mit kräftigen Fangarmen seinen Raub erfaßt und umschlingt; wir begreifen es, wenn Ch. Darwin die Wimpern des Sonnenthau geradezu als Fangarme oder

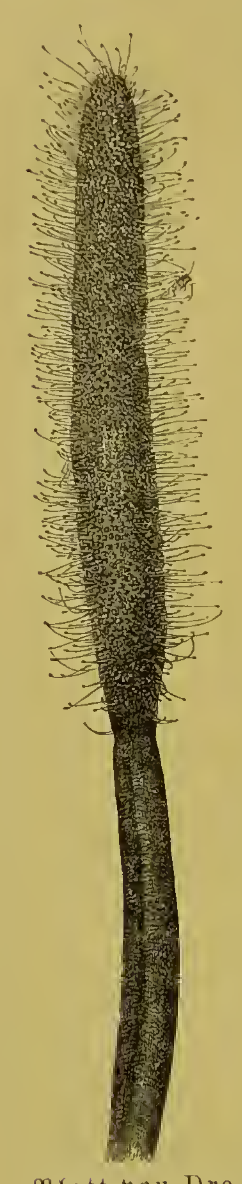


a Blatt von Drosera rotundifolia; b ein Insekt fangend. Nat. Gr. Nach der Natur photographirt von Krull.

Tentakel bezeichnet. Im Verlaufe einer halben Stunde hat sich die ganze Blattfläche gleich einer geschlossenen Hand über die Beute zusammengefaltet und entzieht die weiteren Vorgänge den Blicken des Beobachters. Wenn nach ein paar Tagen das Blatt sich wieder öffnet, sind von dem getödteten Thierchen nur noch verstümmelte Reste, Flügel, Beinschienen, Leibesringe übrig geblieben; alle Weichtheile sind verzehrt; die reichliche Flüssigkeit, in der das Opfer ertränkt wurde, ist wieder eingesaugt, die Wimperköpfchen sind trocken. Erst nach einiger Zeit, gewöhnlich schon am anderen Tage, haben die Fangarme sich wieder gewissermaßen in Schlachtordnung ausgelegt; nun erscheinen auch die Tröpfchen wieder an den Drüsenköpfchen der Wimpern; das Blatt ist dann gerüstet, eine neue Beute einzufangen.

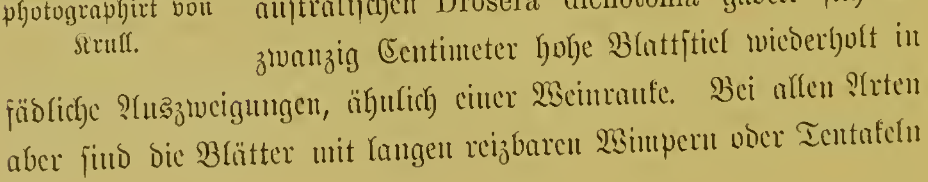
Es war im Juli 1779, als ein Arzt aus Bremen, Dr. Roth, zum ersten Male die kleine Tragödie vor seinen Augen abspielen sah, die wir soeben geschildet. Nichts ist spannender, nichts auch leichter zu beobachten; denn der Sonnenthau ist in unseren Torfsümpfen äußerst verbreitet, und um ihn im Zimmer lebend zu erhalten, ist nichts weiter erforderlich, als die Pfläuzchen sammt dem Torfmoos, in dem sie wurzeln, in einen Teller zu setzen und das Moos feucht zu halten, im Uebrigen die Pflanzen der Sonne auszusetzen und von Zeit zu Zeit mit kleinen Insekten zu füttern. Man glaubt in der verkehrten Welt zu sein, wo der Hase den Jäger verfolgt, das Lamm den Wolf frißt. Wir finden es selbstverständlich, daß die wehrlose Pflanzenwelt alle Mißhandlung und Verheerung von Seiten der Thiere stumm über sich ergehen läßt, und daß die Insekten, von der Made bis zur Raupe, von der Heuschrecke bis zum Käfer, es am schlimmsten treiben. Und nun beobachten wir ein Gewächs, eines der zartesten und unscheinbarsten, das sich tapfer zur Wehr setzt, auf eigene Faust als Freischärler gegen die Erbfeinde zu Felde zieht und seine Opfer, die es mit Sprenkel und Leimruthe in den Hinterhalt gelockt, mit kannibalischer

Grausamkeit nicht bloß tödtet, sondern auch gleich auffrißt. Man hat auf einem einzigen Sonnenthaublatt die Ueberreste von dreizehn gemordeten Insekten gezählt.



Blatt von Drosera capensis. $^2/_3$ nat. Gr. Nach der Natur photographirt von Krull.

In der Gesellschaft des rundblätterigen Sonnenthau leben in unseren Torfmooren noch zwei andere Arten mit schmalen spatelförmigen Blättern (Drosera anglica und intermedia), die sich aber in Bezug auf den Insektenfang ähnlich verhalten;, alle drei Arten reichen bis in die arktische Zone der alten wie der neuen Welt und steigen hoch hinauf in die Moore der Alpen; in der feuchten Luft der Gebirge und der Seeküsten können sie das Torfmoos missen und gedeihen selbst auf Felsboden. Viel zahlreichere Arten (55) des Sonnenthaugeschlechts leben in Australien; reich an merkwürdigen Arten (12) ist das Kap der guten Hoffnung; auch Brasilien enthält zwölf Arten; die von Nordamerika (13), Asien (12), Nordafrika (6) und Europa (5) stehen einander sehr nahe. Ihre Blätter sind bald gestielt, mit kreisförmiger, schildförmiger, halbmondförmiger Scheibe; bald sind sie stiellos, spatel- oder bandförmig. Die australische Drosera gigantea besitzt einen 50—65 Centimeter hohen Stengel, der bis oben hinauf mit schmalen Blättern besetzt ist; die meisten Arten tragen wie die einheimischen eine dem Boden angedrückte Blattrosette; bei der australischen Drosera dichotoma gabelt sich der



zwanzig Centimeter hohe Blattstiel wiederholt in fädliche Auszweigungen, ähnlich einer Weinraute. Bei allen Arten aber sind die Blätter mit langen reizbaren Wimpern oder Tentakeln

besetzt, die an der Spitze ein rothes Drüsenköpfchen tragen und in der oben beschriebenen Weise kleine Insekten durch ausgeschiedene Tröpfchen anlocken, durch die Reizkrümmung der Tentakel festhalten, dann tödten und verzehren; an einem Blatt der Drosera dichotoma sieht man oft die Reste von einem halben Hundert Mückchen haften.



Drosera dichotoma, Australien. Gabelblättriger Sonnenthau. $^1/_3$ nat. Gr. Nach der Natur photographirt von Krull.

Eine nahe Verwandte des Sonnenthau lebt in trockenen Heiden nahe den Seeküsten von Portugal, Spanien und Marokko: das Thaublatt, Drosophyllum lusitanicum; es ist ein kleiner Strauch mit holzigem Stengel, einer Miniaturdracaene vergleichbar, oben mit zahlreichen schmalen, 25 Centimeter langen, aber kaum einen halben Centimeter breiten, fleischigen Blättern dicht besetzt; hier sind die Wimpern, welche nur auf der Unterseite der Blätter gedrängt hervorsprossen, nicht bewegli ch und werden durch die Berührung eines Insekts nicht zur Einkrümmung gereizt; aber auch sie sondern

aus ihren Drüsenköpfchen reichlich glitzernde Tropfen klebriger Flüssigkeit ab; jedes Insekt, das sich ihnen nähert, ist verloren, da es sich bei seinen Fluchtversuchen in immer neue Tropfen einhüllt; schon nach wenigen Minuten ist das Thierchen betäubt, wie todt; Goebel zählte auf einer kleinen Pflanze im Marburger Botanischen Garten 233 gefangene und getödtete Insekten und schätzt die Zahl der Opfer während eines Sommers auf Tausende.

II.

Nach ganz anderer Methode als der Sonnenthau und seine nächsten Verwandten betreibt den Insektenfang eine Pflanze, welche um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in einem der Waldsümpfe (pine barrows) entdeckt wurde, die nahe der atlantischen Küste von Nordamerika an der Grenze der baumwollenberühmten Staaten von Nord- und Südkarolina, etwa unter dem 34. Grade N. Br., meilenweit sich hinziehen. Auf den ersten Blick stellt sie sich als eine kräftigere Schwester des Sonnenthau dar; ihre Blätter, auf breite keilförmige Stiele eingelenkt, sind nahezu kreisrund im Umriß, etwa von der Größe eines Zwanzigmarkstücks; in der Mitte sind sie längs zusammengefaltet, die beiden Hälften gegen einander geneigt, gleich einer klaffenden Auster oder einem halbgeöffneten Buche. Aus der Mitte jeder Blatthälfte erheben sich auf der Oberseite drei Stachelborsten, scharf wie Dolche; der äußere Blattrand ist in etwa zwanzig lange, dünne, zahnartige Spitzen ausgezogen. Wenn über die grüne, roth punktirte Blattrosette der schlanke Blüthenschaft aufsteigt und die großen weißen Blumendolden entfaltet, so begreift man es, daß der Londoner Kaufmann John Ellis, welcher zuerst in Europa die seltsame Pflanze lebend von einem amerikanischen Freunde erhielt und ihre Merkwürdigkeiten in einem berühmt gewordenen Briefe an Linné vom 23. September 1769 beschrieb, sie der Göttin der Schönheit (Venus Dione) weihte und als Blume der Venus, Dionaea, bezeichnete.

Eine eigenartige Reizbarkeit besitzen die Blätter der Dionaea; man kann sie schütteln, stechen, zwicken, mit Wasser übergießen, ohne daß sie sich rühren; sobald man aber eine der sechs Stachelborsten mit einem Strohhalm auch nur leise anstößt, so schließt sich im Nu das Blatt, gleich einer berührten Muschel oder einem zusammengeschlagenen Buche; doch nach ein paar Stunden öffnet es sich wieder und kann von Neuem gereizt werden.



Dionaea Muscipula (Venus-Fliegenfalle), Karolina. Nach Ellis.

Einen wunderbaren Zauber übt die Dionaea auf alle Kerbthiere, ohne daß wir sagen könnten, worin derselbe eigentlich besteht; denn die Oberfläche ihrer Blätter ist trocken, und es fehlen die verführerischen Tropfen, mit denen der Sonnenthau seine Opfer ködert. Da wir aber auch sonst beobachten, daß lebhafte Farben der Blätter und Blumen große Anziehung auf das Volk der Insekten ausüben, so können wir annehmen, daß ihre Augen ein besonderes Wohlgefallen an der Pracht der Dionaeablätter finden; denn auf ihrer Oberseite prangen Hunderte von purpurnen, linsenförmigen Körperchen, jedes in 28 Felder auf das zierlichste eingetheilt, wie facettenreiche Rubinen auf einem Geschmeide. Aber wehe dem geflügelten Tannhäuser, der den Reizen dieser Venusblume nicht zu widerstehen vermag; kaum hat er vorwitzig Rüssel oder Beine in die klaffende Spalte der halbgeöffneten Blätter hineingesteckt, so

stößt er auch an eine der sechs inneren Spitzen, und augenblicklich schlagen die Blattflächen über ihm zusammen, die langen Zähne des Blattrandes greifen in einander und bilden einen Verschluß gleich den verschränkten Fingern gefalteter Hände. War es ein kleiner Wicht, der sich fangen ließ, so entschlüpft er wohl zwischen den Stäben des Gefängnisses; war es ein besonders kräftiger Gesell, so vermag er, nachdem er sich vom Schreck erholt, die Zähne des biegsamen Geheges aus einander zu sprengen. Wer aber nicht im ersten Moment die Freiheit wieder gewonnen, ist unrettbar verloren. Wie in jenen Kerkern der Inquisition die Decke sich herabließ, um den Gefangenen zu Tode zu drücken, so pressen sich langsam, aber mit unaufhaltsamer Gewalt die Wände des geschlossenen Blattes auf einander und zerquetschen das Opfer, gleichviel ob es kreucht oder fleugt, ob es ein Schmetterling, eine Fliege, oder ob es ein Ohrwurm, eine Spinne, Assel oder Tausendfuß gewesen. Ellis wollte sogar gesehen haben, daß das Blatt, um jeden Befreiungsversuch zu vereiteln, im Momente des Schließens die sechs messergleichen Spitzen seinem Gefangenen ins Herz stoße, als sei es eine Art von eiserner Jungfrau, wie wir sie in der Folterkammer von Nürnberg mit Schaudern betrachten. Dem ist jedoch nicht so; kein „coup de grâce“ macht dem Todeskampf des Opfers ein schnelles Ende; die sechs Spitzen sind am Grunde mit Gelenken versehen und legen sich um, wie die Klinge eines Taschenmessers, sobald sich das Blatt zusammenfaltet; wohl aber ergießt sich aus den rothen Körperchen, die sich nun als Drüsen erweisen, ins Innere der geschlossenen Blattflächen ein reichlicher, ätzender Saft, welcher alle Weichtheile des Thierchens rasch auflöst. Nach acht bis vierzehn Tagen ist nur das unverdauliche Hautskelett übrig geblieben; erst dann öffnet das Blatt sich wieder; seine Oberfläche ist völlig trocken geworden, alle Flüssigkeit ist eingesaugt; die Falle ist wieder aufgespannt und frischer Beute gewärtig. Doch begnügen die Blätter sich gewöhnlich mit einer Mahlzeit; werden sie zwei-, dreimal hinter

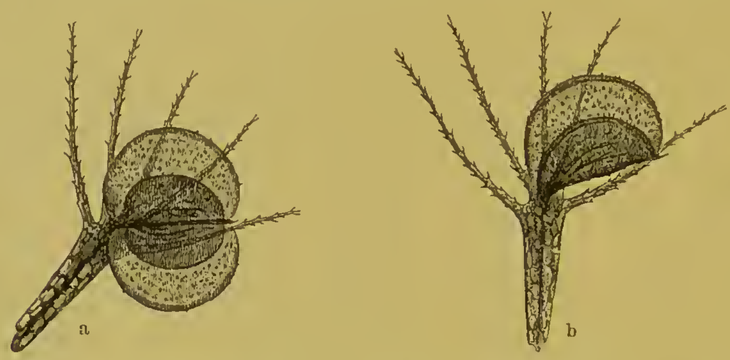
einander gefüttert, so färben sie sich schwarz und sterben an Verdauungsstörung.

Im vorigen Jahrhundert ahnte man kaum, daß der Sonnenthau des Wesermoors und die Dionaea des kreolischen Sumpfes ganz nahe mit einander verwandt, daß sie Glieder einer und der nämlichen Familie und ohne Zweifel Nachkommen gemeinschaftlicher Ahnen sind, in deren ganzem Geschlecht sich die Todfeindschaft gegen die Insekten von Generation zu Generation forterbt, wie einst in der Familie des karthagischen Hannibal der Haß gegen den römischen Erbfeind; sie alle führen mit gleicher Energie, wenn auch mit verschiedenen Waffen, den Vertilgungskrieg gegen die Insekten. Ich will hier nur noch eine einzige aus dem Stamme der Droseraceen anführen, weil deren Geschichte mit meiner Schlesischen Heimath näher verknüpft ist.

Im Jahre 1846 entdeckte Apotheker Hausleutner in einem Teiche bei Pleß in Oberschlesien ein Pflänzchen, das bis dahin den Spüraugen der Schlesischen Botaniker entgangen war; seine spannenlangen, fadendünnen, verzweigten Stengelchen schwimmen wagerecht im Wasser und tragen in kurzen Zwischenräumen Quirle von sechs grünen Blättern; an der Spitze jedes Blattes, das etwa einen Centimeter lang wird, sitzt, von fünf Borsten umgeben, ein Bläschen, in Form und Größe einem kleinen Linsensamen ähnlich; meist mit Luft gefüllt, scheinen diese Bläschen der Pflanze als Schwimmblasen zu dienen. Am vorderen Ende des Stengelchens sind die Blätter zu einer dichten Knospe zusammengedrängt; am hinteren Ende stirbt die Pflanze allmählich ab, so daß gegen Ende des Sommers von ihr nichts übrig bleibt, als die Endknospe, die zu Boden sinkt, um am Grunde des Wassers frostgeschützt zu überwintern; im nächsten Frühjahr steigt die Knospe wieder an die Oberfläche hinauf und wächst zu einer neuen Pflanze aus; Wurzeln sind niemals vorhanden. (Vergl. die Schlußvignette S. 327.)

Man ermittelte bald, daß der Findling eine Verwandte des

Sonnenthau sei, deren Anwesenheit in Schlesien man freilich nicht vermuthen konnte, da ihre eigentliche Heimath die Gewässer des Südens, von Südfrankreich und Italien bis nach Indien und Australien sind; nach Ulysses Aldrovandi, dem Präfekten des Botanischen Gartens von Bologna (1522—1605), der als naturwissenschaftlicher Schriftsteller sich berühmt gemacht hat, führt sie den Namen Aldrovanda;[3]) sie ist seitdem in mehreren Teichen von Oberschlesien, doch niemals nördlich von Oppeln aufgefunden worden. Als ich im Jahre 1850 die oberschlesische Aldrovanda genauer unter-



Blatt von Aldrovanda vesiculosa. Vergr. 8 mal.
a ausgebreitet; b blasenartig geschlossen.
Nach der Natur photographirt von Krull.

suchte, stellte sich heraus, daß die scheinbaren Schwimmblasen nur Miniaturkopien der Blätter von Dionaea sind: zirkelrunde Blättchen, die in der Mitte zusammengefaltet sind und die feinen Zähnchen des Randes in einander verschränkt haben. Im Sommer 1873 machte der damalige Obergärtner des Proskauer Botanischen Gartens, Berthold Stein auf einer Excursion, die er zur Beobachtung der Aldrovanda nach einem ihrer heimathlichen Teiche bei Rybnik unternommen hatte, eine überraschende Beobachtung:[4]) im warmen Sonnenschein sind die Blätter der Aldrovanda nicht zusammengefaltet und blasenartig geschlossen, sondern vollständig ausgebreitet; aber mit einer Nadel berührt, schlagen sie augenblicklich zusammen, so daß die Nadel zwischen den geschlossenen Lippen des Randes festgehalten

und erst nach 24 Stunden beim Oeffnen des Blattes fallen gelassen wird. Als ich nun im folgenden Sommer (1874) Aldrovandapflanzen in ein Glasgefäß setzte, in welchem zahllose kleine Wasserkrebse (Cypris) umherschwammen, fand ich am folgenden Morgen in jedem Bläschen ein, zwei oder mehrere dieser Thierchen eingeschlossen; offenbar hatten die lüsternen Geschöpfe in den fremden Pflanzen ein leckeres Futter erwartet; vielleicht waren sie durch die auffallende Aehnlichkeit mit verwandten Muschelkrebsen (Cypris) getäuscht worden und ahnungslos in die offenen Fallen gerathen. Ich konnte sie tagelang unruhig in ihren festgeschlossenen Gefängnissen umherschwimmen sehen, die sie lebendig nicht wieder verlassen sollten; denn sie starben im Innern der Blätter und wurden bis auf ihr Hautskelett verdaut.

III.

In den letzten Jahrzehnten hat man noch drei andere Familien kennen gelernt, welche den Krieg gegen die Insekten als Lebensberuf betreiben. In den weiten Verwandtschaftskreis der Lippenblüther gehört die kleine Familie der Utrikulariaceen oder Blasenkräuter; ein Mitglied derselben ist die Gattung Pinguicula (Fettkraut); von ihren dreißig über die kälteren Theile von Europa, Sibirien und Nordamerika zerstreuten Arten gehören zwei der einheimischen Flora an und breiten in Torfsümpfen zwischen Moos die Rosetten ihrer fleischigen, ovalen, gelbgrünen oder rothen Blätter aus; die eine Art mit gespornter, schwefelgelber Lippenblume (P. alpina) zieht sich auf die Hochgebirgsmoore zurück; die andere (P. vulgaris) mit blauvioletter Blüthe bewohnt auch die Sümpfe der Ebenen. Die Oberfläche der Blätter ist mit überaus zierlichen gestielten Drüsen besetzt, welche einem kleinen Champignon ähnlich sind; sie scheiden Perlen klebrigen Saftes aus, der offenbar als Köder und zugleich als Leim dient. Denn sobald ein kleines Insekt das Blatt berührt, wird es festgehalten; um sich zu retten,

versucht es längs des aufwärts umgebogenen Blattrandes herauszukriechen; aber dieser krümmt sich alsbald um das Thierchen herum und bildet um dasselbe eine Rolle, deren Höhlung sich rasch mit saurem Safte füllt und die Beute verzehrt. Im Nothfall frißt die Pinguicula auch Fleischstückchen, kleine Pflanzensamen, selbst Semmel- oder Pilzbröckchen.

Das Geschlecht der Utrikularien umfaßt gegen 200 Arten, von denen die meisten in Ostindien und Südamerika leben; von den sieben europäischen Arten finden sich fünf auch in Deutschland als zarte Wasserpflanzen in den Teichen der Torfsümpfe; ihre Blätter, wurzelähnlich in haarfeine Zipfel gespalten, schwimmen untergetaucht im Wasser, während zur Blüthezeit ein Schaft mit schönen, gelb und blau gemalten Lippenblumen sich in die Luft erhebt. Alle Utrikularien sind völlig wurzellos, wie Aldrovanda; gleich dieser überwintern die im Wasser fluthenden Arten vermittelst einer dicken Endknospe, die auf den Boden der Gewässer sinkt und erst im nächsten Frühling wieder an die Oberfläche steigt. An den Blättern sitzen auf kurzen Stielchen sehr zahlreiche rundliche oder linsenförmig zusammengedrückte Blasen, von der Größe eines Mohnkorns bis zu der kleiner Pfefferkörner; inwendig hohl, zeigen sie an der Seite eine große viereckige Oeffnung, welche durch eine von oben herabhängende Klappe derart verschlossen ist, daß die Klappe sich leicht nach innen, aber durchaus nicht nach außen zurückbiegen läßt. Vor der Oeffnung befinden sich Büschel schleimiger Härchen, die vermuthlich einen Köder für Wasserinsekten ausscheiden. Goeppert beobachtete schon



Utricularia vulgaris (Gemeines Blasenkraut). Bruchstück eines Blattes mit Blasenfallen. Vergr. 6 mal. Photographirt nach der Natur von Krull.

1847, daß die Klappen schön indigoblau gefärbt sind und dadurch lebhaft von dem Grün der Blätter abstechen; mitunter ist die ganze Blase blau. Zwei kräftige, verzweigte Borsten am oberen Rande der Oeffnung geben dem ganzen Gebilde eine merkwürdige Aehnlichkeit mit einem Wasserfloh (Daphnia). Schaarenweise gehen die kleinen Wasserkrebse, vielleicht getäuscht durch jene Aehnlichkeit, der gefährlichen Lockung nach; unversehens heben sie die einwärts leicht sich zurückschlagende Klappe, deren blaue Farbe ihre Neugier erregt; sobald sie aber ins Innere der Blase gerathen, verschließt die Klappe, die nach außen sich nicht öffnen läßt, ihnen den Rückweg. Hierdurch lassen sich jedoch Andere nicht abhalten, dem gleichen Schicksal bald darauf zu verfallen, und ich habe im Sommer 1874, wo ich zuerst diese Beobachtungen machte, in einzelnen Blasen eine ganze Menagerie von kleinen Wasserkrebsen, Mückenlarven, Protozoen und anderen Wasserthierchen eingeschlossen gefunden, die vergeblich den Ausweg aus ihrem grünen Kerker suchten; sie alle waren nach wenigen Tagen dem Tode verfallen; später findet man nur ihre leeren Schalen, die Weichtheile sind völlig aufgezehrt. Selbst die junge Fischbrut läßt sich verführen, ihre Köpfchen in die Blasen hineinzustecken; durch die zufallende Klappe festgeklemmt, geht sie dann elend zu Grunde.

Nicht alle Utrikularien legen sich auf den Krebsfang im Wasser; im tropischen Amerika und Asien leben viele Arten auf dem Lande; doch auch diese stellen Fallen für Insekten. Die Landutrikularien entwickeln eine dichte Rosette gewöhnlicher, schmaler, auch wohl gestielt nierenförmiger Laubblätter, aus deren Mitte lebhaft gefärbte, violette, purpurne oder goldgelbe Prachtblumen hervorsprießen; außerdem aber besitzen sie fadenförmige, wurzelartig verzweigte Ausläufer, vermittelst deren sie sich an dem feuchten Moose festklammern, welches die Stämme der Urwaldbäume bekleidet; an den Auszweigungen sitzen kleine Blasen, die, oft in seltsamer Umgestaltung, die Falleneinrichtung unserer Wasserutrikularien wiederholen.

IV.

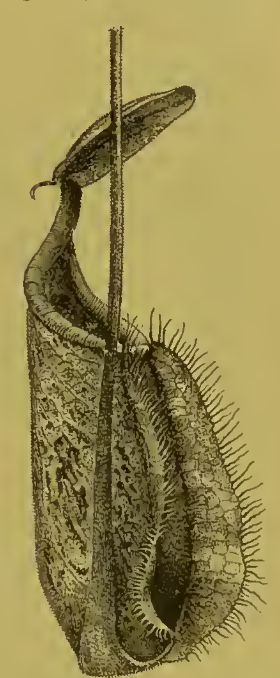
In glänzender Rüstung ziehen die Familien der Sarracenien und Nepenthen wider die Insekten zu Felde; sie haben ihre Blätter in Becher umgestaltet, in denen sie ihren Feinden tödtlichen Trank kredenzen. Wie die böse Hexe im Kindermärchen, so verlockt hier die Pflanze die harmlos in Wald und Wiese herumschwärmenden Kleinen zum Besuch in ihre bunt aufgeputzte Behausung und bietet ihnen Honigseim an, dann aber stürzt sie ihre betäubten Gäste in den Brunnen, um sie aufzufressen.



Nepenthes Dominiana. $^1/_8$ nat. Gr. Photographirt nach der Natur von Krull.

Die prächtigsten unter den Becherpflanzen gehören zu dem Geschlecht Nepenthes; mit diesem Worte bezeichnete der alte Homeros den kummerstillenden Trank, den die schöne Helena ihrem schwermüthigen Gemahl in den Weinkrug mischte.[5]) Die Heimath der bis jetzt bekannten vierzig Nepenthesarten sind die warmen, feuchten Urwälder der pflanzenreichen Inseln im Indischen Ocean von Madagaskar

und Ceylon bis nach Borneo, Java, Neuguinea und Neukaledonien. Wer in den Gewächshäusern der britischen Aristokratie die von den englischen Gärtnern mit besonderer Meisterschaft gezogenen Schaupflanzen der Nepenthen, oder auch die mit ihnen wetteifernden Prachtkulturen im Kaiserlichen Hofgarten zu Wilhelmshöhe bei Kassel bewundert hat, wird die üppigen hochstengeligen Kletterpflanzen nicht vergessen mit ihren breiten dracänenähnlichen Blättern, die oben in lange Ranken auslaufen; an diesen hängen aufrechte Kannen mit abstehendem Deckel, halb gefüllt mit klarer Flüssigkeit. Bei der einen Art (N. ampullacea) sind die Kannen nicht viel größer als Eierbecher; bei anderen (N. Rafflesiana) werden sie wohl fünfzig Centimeter lang; bei der Königsnepenthes (N. Rajah) von Borneo sind sie kürzer, aber so weit, daß selbst kleine Vögel und Vierfüßler darin ertrinken könnten. Bald walzlich, gleichen sie schlanken Humpen; bald kurz und dick, ähneln sie Maßkrügen. Schon von fern fallen sie auf durch ihre Färbung: gelbgrün, purpur, braungefleckt wie ein Pantherfell. Eine Art, die H. Hallier in Borneo auffand, führt bei den Dajaken den Namen des Argusfasan



Kanne von Nepenthes Raflesiana, Sundainseln. $^1/_2$ nat. Gr. Photographirt nach der Natur von Krull.

(Antujat aruai) wegen der Aehnlichkeit mit dem Prachtgefieder dieses Vogels;[6]) eine andere Art besitzt durchscheinend weiße Kannen, als beständen sie aus Eierschalenporzellan. Auch wenn die Kanne sich von dem Grün der Blätter wenig unterscheidet, so ist doch ihre Mündung durch lebhafte, rothe oder gefleckte Färbung ausgezeichnet; dabei ist sie elegant nach außen umgerollt, quer fein gerieft oder kragenartig ausgelegt. An ihr ist seitlich ein Deckel eingelenkt, der in der wachsenden Kanne die Oeffnung schließt, später aber schief absteht; auch

er schillert in bunten, violetten, rosenrothen, braunen Farben und ist am Gelenk, wie bei unseren Bierkrügen, mit einem spornartigen Griff versehen. Deckel und Mündung triefen von Honig; zwei flügelartige, krauswellige oder bewimperte Kämme, die außen vom Grunde der Kanne bis zur Mündung verlaufen, fassen gewissermaßen den Pfad ein, der kriechende Ameisen zu süßer Leckerei hinleitet.

Pokale kühlen Trunks scheinen die Nepenthen den Insekten darzubieten und festlich geschmückt zum Besuch einzuladen: doch es ist das Gastmahl der Borgia, das sie ihnen bereiten; denn die Innenfläche der Kanne ist glatt, mit bläulichem Wachsüberzug gleichsam gebohnert; leicht fallen die sorglosen Gäste in die Tiefe, in deren vergifteter Flüssigkeit sie ertränkt und aufgezehrt werden. Daher sind die Kannen immer voll todter Käfer, Schmetterlinge, Ameisen; Affen und kleine Ratten suchen wohl auch des Vorraths der aufgesammelten Opfer zu eigener Atzung sich zu bemächtigen. Eine in Borneo heimische Art (N. bicalcarata) hat die Mündung ihrer purpurrothen Becher mit zwei scharfen Widerhaken bewaffnet, um die Leichenräuber abzuschrecken; auch hält sie eine Leibgarde von Ameisen, welche in Höhlungen ihrer aufgeschwollenen Blattstiele kasernenartig untergebracht sind, damit diese sie gegen unberufene Mitesser, Aaskäfer und Schmeißfliegen beschützen.

Andere Arten besitzen zweierlei Becher; ihre schlanken Stengel kriechen über weite Strecken am Boden hin und stellen hier große bauchige Humpen auf; dann aber klimmen sie als Lianen zwanzig Meter hoch hinauf in die Kuppeln der Bäume und hängen dort schlankere Becher auf langen Ranken an die Aeste, als machten sie gleichzeitig Jagd auf das Wild, das auf der Erde kriecht und das in den Lüften fliegt. Viele Arten durchflechten das Strauchwerk mit dichtem Gerank und übergießen den kühnen Eindringling in den Urwald mit den trüben Fluthen ihrer stets gefüllten Wasserbecher.[6])

Einfacher ausgerüstet sind die Sarracenien, von denen fünf



Blattschläuche von Sarracenien.

a Sarracenia Reimersiana; b S. Chelsoni; c S. Tolleana; d S. Maldisoniana; e, f S. Drummondi; g, h S. purpurea. a—f sind aus Kreuzungen gezüchtete.

Nach Exemplaren aus dem kaiserl. Hofgarten zu Wilhelmshöhe photographirt von Krull. $^1/_3$ nat. Gr.

Arten in den Sümpfen der südlichen Vereinigten Staaten längs der atlantischen Küste von Karolina bis Florida hausen; eine sechste (Sarracenia purpurea) dringt bis Neufundland vor und kann daher auch bei uns auf feuchtem Boden im Freien ausgepflanzt werden. Ihr Name erinnert an den französischen Arzt Sarrazin, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die ersten Exemplare von Quebeck nach Paris geschickt hatte. Aus dem Wurzelstock erheben sich die Schläuche der Sarracenien an Stelle der Laubblätter aufrecht in Bündeln, oder sie lagern sich rosettenartig auf den Boden; sie gleichen langen Trichtern oder spitzen Champagnergläsern, bei der purpurblühenden Art ähneln sie aufgeblasenen Beuteln; die größten erreichen eine Länge von 75 Centimeter; die meisten sind viel kürzer. Ueber die knorpelig ausgesteifte Mündung hinaus setzt die Schlauchwand sich in einen großen, aufrecht stehenden oder schief geneigten, wellig gebogenen Deckel fort, der purpurfarbig oder mit rothem Adernetz auf grünem Grunde gemalt ist; die bunte Färbung reicht von der Mündung abwärts an der Schlauchwand innen und außen ein Stück weiter hinab. Bei zwei Arten (S. Drummondi, variolaris) zeigt der Deckel und der obere Theil des Schlauchs einen Bau, der an Butzenscheibenfenster erinnert: transparente weiße Felder, von einem purpurnen Adernetz umrahmt.

Linné hatte gemeint, die Sarracenien bewahren in ihren Schläuchen Wasservorräthe zu eigener Erfrischung und für dürstende Vögel; doch schon 1791 fand ein amerikanischer Farmer, W. Bartram, dem wir die erste Reisebeschreibung der Staaten Karolina und Florida verdanken, daß sie Insektenfänger sind und zahllose Thierchen in den feuchten Tod verlocken. Denn vom Deckel bis zur Mündung und von da abwärts noch eine kurze Strecke im Innern des Schlauchs befindet sich ausgeschiedener Honig; Honig benetzt auch die breite Flügelleiste, welche auswendig vom Grunde nach der Mündung verläuft und den Ameisen und anderen Kriechthieren den Weg zu weisen scheint. Aber auch hier ist das Innere der Schläuche

glatt, und die durch ihre Lüsternheit verführten Insekten gleiten hinunter in den Schlauchgrund, wo sie rettungslos umkommen; denn schief abwärts gerichtete spitze Borsten, die der Innenwand aufsitzen, machen ihnen den Rückweg unmöglich. Man kann die Sarracenien geradezu als Fliegenfänger verwenden; denn in einem fliegenreichen Zimmer füllen die Schläuche sich bald mit ertränkten Fliegen, und im Freien muß man sie durch Drahtgitter vor den Amseln schützen, welche die Schläuche zerhacken, um bequemer zu ihrer Lieblingsspeise zu gelangen.[7])

An der pacifischen Ostküste von Nordamerika wohnt eine Verwandte der Sarracenien, die Riesin ihrer Familie, die Darlingtonia, deren Name einen pensylvanischen Botaniker verewigt; sie wurde im Jahre 1851 von einem deutschen Naturforscher, Dr. Hülse, in einem Moorsumpf der kalifornischen Sierra Nevada nicht weit von dem schneebedeckten Mount Shasta in der Höhe von mehr als 2000 Meter entdeckt. Aus einem kriechenden Wurzelstock steigt aufrecht ein Bündel meterhoher, etwas schief gedrehter, grüner Schläuche, welche oben durch einen gewölbten Helm mit zwei abwärts gerichteten, weit abstehenden, orangerothen Flügeln geschlossen sind. Der Helm zeigt den nämlichen Butzenscheibenbau, den wir bei einigen Sarracenien gefunden haben: mattweiße, transparente, polygone Felder, von einem Netz vorspringender, purpurrother Adern eingefaßt. Zwischen den Flügeln des Helms befindet sich unten eine kleine Oeffnung, zu welcher an der Außenseite des Schlauchs eine kammartig vorspringende Flügelleiste hinführt. Der Boden der Schläuche ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, in welcher man stets Schaaren todter Nachtschmetterlinge in allen Zuständen der Zersetzung antrifft; sie hatten bei Anbruch des Morgens in der dunklen Höhlung des Schlauches Unterkunft gesucht, den Ausgang aber nicht wiederfinden können; getäuscht von dem durch die Butzenscheiben schimmernden Lichte, hatten sie die Thür an der Wölbung des Helms, statt an seinem Boden gesucht; dann waren sie in die Tiefe hinab-

geglitten und hatten hier, wie die Gefangenen in den Pozzi des venetianischen Dogenpalastes, den Tod im Wasser gefunden.

Mit ähnlicher List betreibt die südamerikanische Heliamphora den Insektenfang, die der deutsche Reisende Richard Schomburgk 1838 in einem Hochgebirgssumpfe von Britisch Guyana auffand; ihre Trichterschläuche haben oben einen kleinen, löffelförmigen Anhang, der von Honig trieft, und reusenartige, spitze Borsten sind auf der Innenfläche derart aufgepflanzt, daß sie dürstenden Insekten den Weg zu dem Wasser am Grunde gestatten, aber sich entgegensträubend jeden Versuch der Rückkehr vereiteln.



Darlingtonia californica.
Blühende Pflanze.
Nach Engler=Prantl.

Auch Australien besitzt eine Becherpflanze in dem Cephalotus, der die Sümpfe an der Südwestspitze des King Georges Sound bewohnt; er stellt auf den Boden einen Kreis feuerrother Kannen, denen von Nepenthes ähnlich, mit zierlich ausgezirkelter Mündung und feingerieftem, purpuradrigem Deckel, gleich Rubinengläsern auf einen Präsentirteller; in dem Safte, der sie bis zur Hälfte anfüllt, findet man stets Massen ertrunkener Ameisen.

V.

Seltsame Beobachtungen sind es, die wir hier zusammengestellt haben. Eine große Anzahl Gewächse aus sehr verschiedener Verwandtschaft sahen wir unter zweckentsprechender Umgestaltung ihrer

Blätter die verschiedenartigsten Einrichtungen treffen, um kleine Thiere zu erbeuten und dann zu verzehren. Sie wenden dabei die nämlichen Lockmittel an, vermittelst deren die Blüthen Insekten anreizen, um den befruchtenden Blüthenstaub auf die Narben zu bringen, durch welche auch die Früchte Vögel und andere Thiere anziehen, um die Samen aus der fleischigen Fruchthülle in das Keimbett des Erdbodens zu schaffen: lebhafte Farben und süße Säfte. Goebel hat sogar beobachtet, daß Drosophyllum und Sarracenia Drummondi einen auffallenden Honiggeruch besitzen, der gleich dem Duft der Blüthen die kleinen Thierchen aus der Ferne heranlockt.



Darlingtonia californica.
Blätter aus dem kaiserl. Hofgarten zu Wilhelmshöhe. $^1/_3$ nat. Gr.
a Eingang in die Schlauchhöhle.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Man sollte meinen, diese Thatsachen hätten vor Allem das Interesse der Botaniker lebhaft in Anspruch nehmen und zu weiteren Forschungen anregen müssen.[8]) Dem war aber durchaus nicht so. Die Rothschen Entdeckungen über den einheimischen Sonnenthau blieben über siebzig Jahre vergessen und angezweifelt, bis mein zu früh verstorbener Freund, Professor Milde in Breslau, sie im Jahre 1852 aufs Neue bestätigte;[9]) hierdurch angeregt, veranlaßte ich meinen damaligen Schüler Nitschke, der als Professor in Münster gestorben ist, zu einer gründlichen Untersuchung des Sonnenthau, welche in den Jahren 1854 und 1861 veröffentlicht, bei Weitem

das Beste ist, was bis dahin über Bau und Leben dieser Pflanze bekannt war.[10]) Ebenso vergingen siebzig Jahre, ehe die Mittheilungen von Ellis über Dionaea von einem Geistlichen, Dr. Curtis, wiederholt und ergänzt wurden, welcher, in Wilmington, der Hauptstadt des nördlichen Karolina, ansässig, die Gelegenheit zur Untersuchung der seltenen Pflanze in ihrer benachbarten Heimstätte glücklich benutzte. 34 Jahre später kam ein in derselben Gegend wohnhafter Naturforscher, Dr. Canby, auf den Gedanken, die Dionaea statt mit Insekten mit Fleisch zu füttern; es fand sich, daß auch dies von den Blättern aufgezehrt werde; drei Jahre später wiederholte eine amerikanische Dame, Mrs. Treat, den nämlichen Versuch mit dem nämlichen Erfolg an den Blättern des Sonnenthau. Alle diese Beobachtungen fanden jedoch bei den Botanikern von Fach ebenso wenig Beachtung, wie die seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts immer zahlreicher bekannt gewordenen Nachrichten über den Insektenfang der Schläuche von Sarracenien und Nepenthen; es mag als bezeichnend hervorgehoben werden, daß das „Lehrbuch der wissenschaftlichen Botanik“ von Julius Sachs, welches zu seiner Zeit diese Naturwissenschaft am vollkommensten vertrat, noch in der letzten, im Jahre 1874 erschienenen Auflage weder des Sonnenthau, noch der Dionaea, noch einer Becherpflanze auch nur mit einem Worte gedenkt. Jede Wissenschaft hat eine Rumpelkammer, wo alles das bei Seite gestellt wird, was in den wohlgeordneten Räumen des Lehrgebäudes nicht recht Platz findet; in eine solche Rumpelkammer wurden auch die wunderlichen Mären von den „fleischfressenden Pflanzen“ verwiesen, da dieselben mit Allem in Widerspruch zu stehen schienen, was wir sonst vom Leben der Gewächse wußten.

Ein neues Ansehen gewann die Sache erst, als Charles Darwin sie in die Hand nahm. Daß Darwin in der Selbstständigkeit und Tiefe seiner Ideen von keinem Zeitgenossen überragt wurde, ist allbekannt; hat doch die an seinen Namen geknüpfte geistige Bewegung

unserer ganzen Weltanschauung eine neue Richtung gegeben. Daß er auch als Beobachter, als Entdecker und Experimentator ein Meister ersten Ranges gewesen ist, war zwar den Fachgenossen wohl bewußt; nirgends vielleicht aber hat er dies glänzender bewiesen, als in seinem im Jahre 1875 erschienenen Buche „Ueber insektivore Pflanzen", das trotz der schmucklosen Einfachheit seines Stils jeden Freund der Natur gleich einem spannenden Roman fesselt.[11]) Als noch vor dem öffentlichen Erscheinen des Darwinschen Buches im August 1874 Sir Joseph Dalton Hooker, der langjährige Direktor des großartigen Botanischen Gartens und Museums von Kew, bei der Versammlung der britischen Naturforschergesellschaft zu Belfast in einer Rede „On carnivorous plants" die wesentlichen Ergebnisse der Darwinschen Untersuchungen vortrug, an denen er selbst Theil genommen und die er durch seine Beobachtungen über die Becherpflanzen erweitert hatte, wurden dieselben von der wissenschaftlichen Welt zuerst mit einer zwischen staunender Ueberraschung und zweifelnder Zurückhaltung getheilten Empfindung aufgenommen. Aber alle späteren Forschungen, unter denen die von Goebel (1891)[12]) unser besonderes Interesse in Anspruch nehmen, haben Darwin in allen wesentlichen Punkten Recht gegeben; es sei mir gestattet, über seine Forschungen hier einen flüchtigen Ueberblick zu geben, um an einem Beispiel zu zeigen, wie durch den gestaltenden Genius eines Meisters die werthlosen Bausteine, welche frühere Werkleute planlos herbeigeschafft, in neuem Geist verarbeitet und zu einem bewundernswürdigen Bau zusammengefügt wurden. Unsere Betrachtungen sollen sich hauptsächlich mit dem Sonnenthau beschäftigen, dem auch die größere Hälfte des Darwinschen Buches gewidmet ist.

Wir wissen bereits, daß kleine Thiere von den Blättern des Sonnenthau angelockt, gefangen, getödtet und in kurzer Zeit aufgezehrt werden; aber folgt daraus, daß sie wirklich von der Pflanze verdaut und zu deren Ernährung verwendet werden? Erst Darwin hat den Beweis geliefert, daß die Blätter des Sonnenthau ihre

Speise ganz in der nämlichen Weise verdauen, wie unser eigener Magen. Bekanntlich werden im Magen die eingespeichelten Bissen von einem Saft durchtränkt, der in Folge des Speisereizes von den in der Magenschleimhaut verborgenen Drüsen ausgeschieden wird; dieser Saft enthält zwei Stoffe, von deren gleichzeitiger Mitwirkung die Verdauung abhängt: eine gewisse Menge Salzsäure und einen unter dem Namen Pepsin bekannten Stoff, ein sogenanntes Ferment oder Enzym, welches die Kraft hat, feste Eiweißkörper rasch zu verflüssigen. Fleisch, hartgekochtes Eiweiß, Käse und ähnliche an sich unlösliche Körper werden selbst außerhalb des Magens, bei künstlichen Verdauungsversuchen, durch ein Gemisch von Pepsin und Salzsäure in eine klare Flüssigkeit aufgelöst, welche ohne Schwierigkeit durch Zellwände durchfiltrirt; sie werden, wie man gewöhnlich sagt, peptonisirt. Die durch den Verdauungssaft peptonisirten Speisen werden sodann von den Magenwänden vermittelst der Lymphgefäße eingesaugt, dann in Blut umgewandelt und gelangen so in die Blutbahn, um den Körper zu durchströmen, zu beleben und zu ernähren.

Darwin stellte fest, daß die Tropfen, welche an den Tentakeln oder Wimpern der Sonnenthaublätter hängen, von den rothen Köpfchen an ihrer Spitze ausgeschieden werden; mit Recht bezeichnet er diese Köpfchen als Verdauungsdrüsen. So lange das Blatt hungert, enthalten die Tropfen weiter nichts, als einen schleimigen Klebestoff, der ein Insekt oder ein anderes Körperchen festzuhalten vermag. Sobald aber ein fester Gegenstand im Tropfen haftet, so ändert sich sofort die chemische Beschaffenheit desselben; er wird stark sauer; die anhaltende Berührung des fremden Körpers übt einen Reiz auf die Drüse aus; in Folge dessen wird von dieser jetzt Ameisensäure ausgeschieden, der nämliche ätzende Saft, vermittelst dessen nicht bloß die Ameise ihren Biß, sondern auch die Brennnessel die winzigen Wunden vergiftet, welche die spröden Spitzen der Haare auf ihren Blättern in die darüber streifende Hand ein-

ritzen. War nun der fremde Gegenstand ein Glassplitterchen oder sonst ein unverdaulicher Körper, so hat es dabei sein Bewenden; war es aber ein Thierchen oder ein anderer nahrhafter Bissen, der die Drüsenköpfchen des Sonnenthau gereizt hat, so wird alsbald die Menge der sauren Ausscheidung außerordentlich vermehrt, so daß die Tropfen unter unseren Augen wachsen; sobald sich aber durch die Säure eine geringe Menge der fremden Körpersubstanz gelöst hat, so wird durch die Drüsen auch noch Pepsin ausgeschieden, und nun ist die Flüssigkeit dem Magensafte ähnlich zusammengesetzt. Indem endlich das ganze Blatt sich über die gefangene Beute umbiegt und fest zusammenschließt, verwandelt es sich gewissermaßen in einen temporären Magen; in der Höhlung desselben werden durch den Verdauungssaft die fleischigen Weichtheile des Thierchens rasch aufgelöst und peptonisirt, um alsbald von der Blattfläche eingesaugt und zur Ernährung der Pflanze verwerthet zu werden.

In der Verdauungskraft können die zarten Blättchen des Sonnenthau es mit jedem Thiermagen aufnehmen; denn nicht nur die lebenden Muskelgewebe eines Insekts, auch das rohe, das gekochte, das gebratene Fleisch von Kalb und Rind wird leicht verdaut; Würfel von hartgekochtem Eiweiß verlieren in wenigen Stunden ihre scharfen Ecken und Kanten und werden in einigen Tagen von den Blättern völlig aufgesaugt; scharfer Käse, zäher Knorpel, fader Leim, stickstoffreiche Pflanzensamen, Blüthenstaub, ja Knochensplitter und sogar der harte Schmelz der Zähne widerstehen nicht der auflösenden Verdauungskraft dieser Blätter. Aber nur kräftige, zumeist animalische Kost verlangen sie; mehlige, fette, süße, saure Speisen werden verschmäht; reicht man dem Sonnenthau einen Bissen fetten Fleisches, so wird das Fleisch verzehrt und das Fett zurückgelassen. Auch darf man dem Blatte nicht zu große Bissen bieten, sonst bleibt der Rest unverdaut und geräth in Fäulniß; dagegen wirkt der Verdauungssaft eines gesunden Blattes anti-

septisch und verhindert jegliche Fäulniß, gleichzeitig auch jede Entwickelung von Bakterien. Ein überfüttertes Blatt wird erst gelb, dann schwarz und stirbt meist an den Folgen der Indigestion; auch kann ein Blatt nicht zu rasch hinter einander seine Mahlzeiten halten; mehr als drei- bis viermal zu fressen ist es überhaupt nicht im Stande.

Aber dienen denn dem Sonnenthau die verzehrten Bissen wirklich zu seiner Ernährung? Und ist ihm die Fleischkost unentbehrlich oder auch nur vortheilhaft? Ist sie nicht vielleicht für sein Gedeihen gleichgültig, oder, wie Manche aus Beobachtungen an schwächlichen, im Zimmer gezüchteten und überfütterten Pflanzen geschlossen haben, vielmehr gar schädlich? Francis Darwin, der mit Erfolg die Bahn seines genialen Vaters betritt, und Rees in Erlangen haben diese Fragen unabhängig von einander durch das Experiment zur Entscheidung gebracht. Sie vertheilten im Sommer 1877 eine große Zahl von Droserapflanzen in zwei gleiche Hälften, die unter völlig gleichen Verhältnissen gezüchtet wurden; nur wurde die eine Hälfte regelmäßig gefüttert, von Francis Darwin mit kleinen Stückchen von gebratenem Fleisch, von Rees mit Blattläusen; dagegen wurde die andere Hälfte nicht gefüttert, und auch durch Ueberspannen mit Gaze den Insekten der Zugang verwehrt, so daß diese Pflanzen sich nur durch ihre Wurzeln ernähren konnten. Das Ergebniß war in beiden Versuchsreihen das nämliche; die gefütterten Pflanzen waren kräftiger, dunkler grün, ihr Gewicht war um die Hälfte, die Zahl ihrer Blüthenstengel um zwei Drittel, die der Fruchtkapseln nahezu doppelt, das Gewicht der Samen fast um das Vierfache (38 : 10) größer als bei den nicht gefütterten; im folgenden Frühjahr war das Gewicht der aus den Winterknospen hervorgegangenen Pflanzen bei der gefütterten Reihe $2^1/_2$ mal größer als bei der nicht gefütterten. Noch entscheidender waren die Versuche, die Büsgen in Eisenach (1883) mit Droserapflanzen anstellte, die aus den Samen erzogen und in künstlicher Nährlösung kultivirt wurden; hier war

die Zahl der Blüthenstengel bei den gefütterten Pflanzen dreimal, die der Fruchtkapseln $5^1/_3$ mal größer als bei den nicht gefütterten.[11]) Alles dies beweist, daß wenn die Fleischkost dem Sonnenthau auch nicht unentbehrlich ist, sie doch den Wuchs, die Größe und Zahl der Blüthenstengel, Früchte und Samen ganz außerordentlich steigert, und daß die Pflanzen in den Stand gesetzt werden, für den Winter einen weit größeren Stoffvorrath aufzuspeichern und in der nächsten Vegetationszeit um so kräftiger sich zu entwickeln; schwerlich vermöchten ungefütterte Pflanzen mehrere Winter zu überdauern.

Ganz so wie unsere einheimischen verhalten sich auch die ausländischen Sonnenthauarten; auch das lusitanische Drosophyllum erzeugt einen kräftigen Verdauungssaft.[13])

Das Blatt der Dionaea ist in ungereiztem Zustande trocken; hier beginnen die kleinen, rothen, linsenförmigen Drüsen, welche auf ganz kurzen Stielchen der Blattfläche aufsitzen, erst dann die Ausscheidung, wenn Speise mit der Oberseite des Blattes in Berührung gekommen und durch das Zusammenpressen seiner beiden Hälften ein wenig von der Körperflüssigkeit des gefangenen Thierchens ausgepreßt ist, während sie in nüchternem Zustande gar nichts absondern. Erst der chemische Reiz der Speise veranlaßt hier jene überaus reichliche Ausscheidung eines Verdauungssaftes, welcher Pepsin und Ameisensäure enthält; vermittelst dieses Saftes werden in der festgeschlossenen Blatthöhle, wie in einem Magen, selbst größere Käfer, Asseln, Raupen und Spinnen peptonisirt und leicht verdaut.

Durch besonders kräftige Verdauung zeichnen sich auch die Becher der Nepenthesarten aus; die Flüssigkeit, welche von eingesenkten Verdauungsdrüsen ausgeschieden, die untere Hälfte derselben erfüllt, enthält ebenfalls ein pepsinartiges Ferment und eine, vielleicht mehrere organische Säuren. Fleischstückchen sind schon nach einer bis drei Stunden, hineingeworfene Insekten trotz ihres Chitinpanzers binnen 24—36 Stunden vollkommen aufgelöst, ohne

daß Bakterien sich entwickeln; nur in den schwächlichen Kannen der in unseren Gewächshäusern kränkelnden Pflanzen tritt leicht Ueberfütterung und Fäulniß ein. Gleichwie man durch den Magensaft eines Thieres auch außerhalb seines Körpers Fleisch auflösen kann, so hat man auch mit der abgezapften Flüssigkeit der Nepenthes-kannen erfolgreich künstliche Verdauungsversuche angestellt.

Während bei Pinguicula echte, kräftige Verdauung vermittelst eines von den Drüsen ausgeschwitzten schleimigen, sauren Verdauungssaftes festgestellt ist, könnte es zweifelhaft erscheinen, ob die in den Klappfallen der Utrikularien gefangenen Thierchen wirklich verdaut und zur Ernährung der Pflanzen verwerthet werden. Thatsächlich machen dieselben nie den Versuch, durch ein in die Wand ihres Gefängnisses gebissenes Loch zu entschlüpfen, obwohl sie meist mit kräftigen Beißwerkzeugen versehen sind; auch schwinden ihre Weichtheile spurlos, ohne daß Fäulniß und Bakterienbildung in den Blasen eintritt. Die Innenwand der Blasen trägt zahlreiche vierarmige, einem Andreaskreuz ähnliche Organe; es ist anzunehmen, daß diese als Drüsen thätig sind, deren Verdauungssaft die gefangenen Thierchen allmählich auflöst.[14]) Ein Gleiches können wir auch bei Aldrovanda vermuthen; denn ihre Blätter ähneln denen von Dionaea nicht bloß in ihrer gesammten Einrichtung, sondern auch in ihrer Reizbarkeit und selbst im Bau ihrer Drüsen vollständig, wenn auch in verkleinertem Maßstabe; wir dürfen daher an der Fähigkeit, ihre Gefangenen nicht bloß zu tödten, sondern auch wirklich aufzufressen und zu verdauen, nicht zweifeln.

Nur bei den amerikanischen Schlauchpflanzen, den Darlingtonien und Sarracenien, ist der Nachweis einer verdauenden Thätigkeit nicht gelungen; Flüssigkeit wird in ihrem Innern meist nur spärlich abgesondert; weder Pepsin noch Säure sind darin zu finden, künstliche Verdauungsversuche sind immer mißlungen; die zahlreichen Thiere, welche den Boden der Schläuche füllen, befinden sich in fauliger, übelriechender Zersetzung und wimmeln von Bakterien. Wir

werden daher zu der Annahme gezwungen, daß die Familie der Sarracenien keine Verdauungssäfte zu erzeugen und die von ihnen massenhaft gefangenen und getödteten Insekten nicht zu peptonisiren vermag; doch ist es wahrscheinlich, daß ihre Schläuche die durch Vermittelung der Bakterien gebildeten Fäulnißprodukte (Ammoniak, Amide) auffangen und zu ihrer Ernährung verwenden.

VI.

Während, wie wir gesehen, in der niederen Sphäre der Verdauung die fleischfressenden Pflanzen merkwürdige Uebereinstimmung mit den Thieren zeigen, nähern sie sich denselben in einer höheren Region des Lebens in noch überraschenderer Weise. Wir wissen bereits, daß die Tentakel oder Wimpern des Sonnenthau es augenblicklich empfinden, wenn ein Thierchen sich auf ihrem Köpfchen niedergelassen hat; in Folge dessen verändern sie nicht nur die Menge und chemische Beschaffenheit in den Ausscheidungen ihrer Drüsenköpfchen, sondern führen auch Bewegungen aus, welche in ebenso kräftiger, als zweckmäßiger Weise den Widerstand der gefangenen Beute bändigen und sie zum Fraße vorbereiten. Sämmtliche Bewegungen der Tentakel kommen dadurch zu Stande, daß dieselben sich in Folge des Reizes, der von den Befreiungsbestrebungen des Thierchens ausgeht, an ihrem Grunde beugen, wie die Finger der Hand in ihren Gelenken.

Bei den Thieren werden verschiedene Sinnesorgane durch verschiedene Reize erregt; das Auge ist unempfindlich gegen Schall, aber es wird durch das Licht gereizt; bei dem Ohr verhält es sich umgekehrt; auf der Zunge erregen Flüssigkeiten, in der Nase Dämpfe den Reiz; die Haut ist für Wärme und Tasteindrücke empfänglich. Darwin stellte sich daher zuerst die Frage: Wie verhalten sich die Tentakel des Sonnenthau zu verschiedenen Arten der Reize?

Sofort zeigte sich, daß dieselben gegen Licht und Schall vollständig unempfindlich sind; sie sehen nicht und sie hören nicht.

Wärme dagegen steigert die Reizbarkeit bis zu einem gewissen Grade; doch wirkt sie an sich nicht als Reiz; bringt man aber Drosera-blätter in Wasser und erwärmt dieses auf 43° C., so beginnen die Tentakel sich zu bewegen; bei 46° werden sie schnell eingebogen; bei 54° tritt zeitweise Lähmung ein, doch erholen sie sich wieder; verweilen sie längere Zeit bei 60°, so werden sie getödtet, 65° bringt ihnen sofortigen Tod.[15]) Von schwachen elektrischen Schlägen getroffen, beugen sich die Tentakel, durch starke Entladungen werden sie augenblicklich getödtet.

Das Schütteln des Windes, das Benetzen des Regens hat keine Wirkung, ebenso wenig ein- und selbst zweimalige Berührung der Wimperköpfchen mit einem Stäbchen, selbst wenn dies mit besonderer Kraft geschieht; wird aber das Köpfchen drei- oder mehrmal hinter einander, wenn auch nur leise berührt, so beugt sich die Wimper. Viel kräftiger als momentane Berührung wirkt andauernder Druck eines fremden Körpers, der auf das Köpfchen aufgelegt wird; es ist kaum zu begreifen, für welch geringes Gewicht die Wimpern empfindlich sind. Die feinsten Glasstäubchen, Federfäserchen, Kreide-splitterchen veranlassen Beugung: allerdings erst dann, wenn sie durch den Tropfen hindurch bis auf den Scheitel des Köpfchens selbst hinabgesunken sind und dieses unmittelbar berühren. Darwin zerschnitt ein Menschenhaar in die kleinsten Schnitzel und fand, daß ein Theilchen von $^1/_5$ Millimeter Länge, das höchstens $^1/_{1200}$ Milligramm wiegen konnte, auf ein Köpfchen gelegt, die Tentakel zum Beugen reizte. Auf dem empfindlichsten Organ des Menschen, auf der Zungenspitze, würde ein solches Stäubchen gar keinen Eindruck machen.

Noch kräftiger aber als feste Körper reizen Flüssigkeiten, welche von den Köpfchen eingesaugt werden können, vor allem solche, welche, animalischer Natur, von den Blättern verdaut werden können.

Je nahrhafter, stickstoffreicher der Stoff, desto rascher erfolgt die Beugung, und desto länger bleiben die Wimpern eingebogen.

So wirkt Fleisch weit energischer, als Gelatine; fast ebenso kräftig wie Fleisch ist die Abkochung von grünen Erbsen oder frischem Kohl; Heuabkochung ist minder wirksam. Aber auch das Ammoniak, jene Stickstoffverbindung, welche bei der Fäulniß und in vielen chemischen Prozessen gebildet wird, und die eines der wichtigsten Nahrungsmittel der Pflanzen ist, wirkt als überaus kräftiger Reiz, selbst in homöopathischer Verdünnung. Durch genau ausgeführte Versuche ermittelte Darwin, daß von kohlensaurem Ammoniak $^1/_{4000}$ Milligramm, von salpetersaurem $^1/_{10000}$ und von phosphorsaurem Ammoniak gar $^1/_{30000}$ Milligramm ausreicht, um die Wimper des Köpfchens, von welchem diese Stoffe eingesaugt worden, bis zur Mitte des Blattes zurückzubeugen. Auch der Dampf des Ammoniak ist ein kräftiger Reiz; durch die Dämpfe des Kampher dagegen, durch die des Aether und Chloroform, wie durch die gasförmige Kohlensäure werden die Blätter narkotisirt und für einige Zeit empfindungslos; an die frische Luft gebracht erholen sie sich wieder; verweilen sie zu lange in diesen Gasen, so sterben sie ab. Auffallender Weise erregt Alkohol in den Blättern keinen Rausch, und die Alkaloide: Chinin, Strychnin, Morphium, Curare, welche so energisch unsere Muskeln und Nerven erregen, haben auf die Pflanze keine merkliche Wirkung; selbst das furchtbare Gift der Cobraschlange ist nur ganz gelinde reizend. Sonderbar ist auch, daß alle Natriumsalze die Tentakel kräftig beugen, sonst aber unschädlich sind, während die ihnen so ähnlichen Kaliumsalze keine Bewegung veranlassen, dagegen aber giftig sind; daß die Verbindungen der Erden in der Regel gar keine Wirkung ausüben, die der Metalle dagegen zu sehr starker Beugung reizen und zugleich sehr giftig sind, daß die Blätter durch Essig-, Klee- und Benzoesäure vergiftet werden, während Salz-, Gerb-, Wein-, Ameisen- und Apfelsäure nicht giftig sind; man müßte eine besondere Pharmakologie ausarbeiten, meint Darwin, um all die verschiedenen Wirkungen der verschiedenen Stoffe auf den Sonnenthau aufzuführen.

Ein Tentakel wird jedoch nicht bloß dann zu Bewegungen gereizt, wenn sein eigenes Köpfchen, sondern auch dann, wenn eine benachbartes Tentakel oder wenn überhaupt ein Tentakel des nämlichen Blattes auf die eine oder die andere Art gereizt worden ist. Daher kommt es, daß alle Tentakel eines Blattes sich einwärts beugen, wenn sich ein Insekt auch nur auf einem einzigen Köpfchen gefangen hat. Hier muß der Reiz sich centrifugal nach allen Richtungen fortpflanzen, gleich den Wellenkreisen, die ein ins Wasser geworfener Stein veranlaßt; die nächsten Tentakel werden am frühesten gebeugt, die anderen um so langsamer, je entfernter sie stehen; je weiter aber der Reiz sich ausbreitet, desto mehr verliert er an Stärke. Merkwürdig ist, daß alle Tentakel sich nach der Stelle hinbeugen, von welcher der Reiz ausgeht, gleich als würden diese Fangarme sich des Ortes bewußt, wo ihre Hülfe zur Festmachung der Beute benöthigt ist. Darwin setzte gleichzeitig zwei kleine Insekten nahe an die entgegengesetzten Ränder eines Sonnenthaublattes, und siehe da! die Tentakel ordneten sich so, daß die eine Hälfte sich nach rechts, die andere sich nach links beugte, als hätten sie nach planvoller Uebereinkunft sich auf die zweckmäßigste Weise in die doppelte Arbeit theilen wollen.

Wie wir wissen, pflanzt sich, sobald ein Thierchen von den Tentakeln des Sonnenthau gefangen genommen ist, der Reiz von ihnen über die ganze Blattfläche fort, so daß diese sich über ihre Beute langsam zusammenkrümmt und sie wie in einer Magenhöhle einschließt. Ebenso wird bei Dionaea von den berührten Stachelborsten, bei Aldrovanda von Schleimhaaren ein Reiz über das ganze Blatt fortgeleitet, der hier ein augenblickliches Zusammenklappen und Verschränken der Randzähne, und sodann ein langsames Aneinanderpressen der Blatthälften auslöst. In allen diesen Fällen wissen wir nur, daß in der gereizten Blattfläche die Oberseite konkav, die Unterseite konvex wird; im Uebrigen ist uns der Mechanismus dieser Reizbewegungen noch unbekannt.

Wenn dergleichen Erscheinungen bei höheren Thieren beobachtet werden, so nimmt das Niemand Wunder; die Thiere besitzen ja Nerven, welche der Empfindung fähig sind, und Muskeln, welche in Folge eines von den Nerven empfangenen Reizes sich zusammenziehen und dadurch zweckmäßige Bewegungen zu Stande bringen. Darwin stellte sich die Frage, ob nicht in den Blättern der Droseraceen eine Organisation vorhanden sei, die den Muskeln und Nerven der Thiere vergleichbar ist. Das Ergebniß war verneinend; weder die Blattfläche noch die Tentakel des Sonnenthau zeigen eine Zusammensetzung, die von der anderer Pflanzen verschieden ist; sie bestehen aus den nämlichen Zellen; wir müssen daher annehmen, daß in diesen Zellen gleichzeitig der Sitz der Reizempfindung und der Bewegung sei; d. h. die Zellen selbst müssen den Reiz empfinden, sich in Folge desselben in einer bestimmten Richtung krümmen und gleichzeitig durch Fortleitung des Reizes ihre Bewegung auch auf die benachbarten Zellen übertragen.

Alle diese Zellen haben feste Wände, durch welche die von ihnen umhüllten lebendigen Cytoplasten ein jeder für sich abgeschlossen und von unmittelbarer Berührung mit den Nachbarn geschieden scheinen. Aber die vervollkommnete Technik der Mikroskope hat uns in neuester Zeit belehrt, daß die Cytoplasten in den Geweben der Sonnenthaublätter — und das Nämliche gilt auch von den Geweben aller anderen Pflanzen, die durch Reize zu Bewegungen erregt werden — nicht so vollständig isolirt sind, wie man früher meinte; vielmehr stehen dieselben sämmtlich unter einander in Verbindung durch außerordentlich feine Protoplasmafäden, welche die Zellwände durchbohren und von einer jeden Zelle sich zu allen ihren Nachbarn hinüberziehen. Wir können nicht daran zweifeln, daß diese Verbindungsfäden die Leitungsdrähte darstellen, durch welche der Reiz von den Zellen der unmittelbar berührten Tentakel sich über die Zellen der Blattfläche und dann weiter auf die der

übrigen Tentakel fortpflanzt und so auch deren Krümmungsbewegungen auslöst.[16])

Einige Schriftsteller hatten die Vermuthung ausgesprochen, daß den Spiralgefäßen eine besondere Rolle bei der Reizleitung in den Droserablättern zufalle; diese verlaufen, in Bündel vereinigt, in der Blattfläche als netzförmiges Geäder, lassen einzelne Aeste in die Tentakel eintreten und durchziehen diese ihrer ganzen Länge nach bis zu den Köpfchen. Darwin widerlegte jene Vermuthung durch einen sinnreichen Versuch, indem er durch einen Schnitt den Zusammenhang der Gefäßbündel in der Blattfläche des Sonnenthau oder der Dionaea trennte, ohne daß dadurch die Fortleitung des Reizes eine Unterbrechung erlitt. Ohne Zweifel ist die einzige Aufgabe der Gefäße: dem Drüsenköpfchen, in dessen Innern sie einen Kern von Spiraltracheïden bilden, das nöthige Wasser zuzuführen.

Wenn in einem Nerven die Empfindung von den äußeren Sinneswerkzeugen nach dem Gehirn, wenn umgekehrt ein Willensakt im Nerven vom Gehirn nach den Gliedern fortgeleitet wird, so können wir zwar durch unmittelbare Beobachtung nicht wahrnehmen, was hierbei vorgeht; aber wir zweifeln nicht daran, daß der Reizleitung eine materielle Veränderung in den Nerven und eine Bewegung ihrer kleinsten Theilchen in ähnlicher Weise zu Grunde liegt, wie dies bei der Leitung des Schalls, des Lichts, der Elektricität anerkannt wird. Darwin machte die überraschende Entdeckung, daß in den Wimpern des Sonnenthau die Leitung des Reizes unter dem Mikroskop sichtbar wird. Die Tentakel des Sonnenthau bestehen vom Grunde bis zum Köpfchen aus länglichen Zellen, in denen das den Zellwänden anliegende Protoplasma gleich einer langsam fließenden Schleimschicht in geschlossenem Kreise sich bewegt. Der von dem Protoplasmastrom begrenzte Innenraum der Zellen ist von einem klaren rothen Safte gleichmäßig erfüllt, so lange das Organ sich im Ruhezustand befindet; sobald aber ein äußerer Reiz das Gleich-

gewicht in den Zellen erschüttert, beginnt der rothe Saft sich unter den Augen des Beobachters zusammenzuballen; er zerfällt in größere und kleinere Massen, deren Zahl, Gestalt und Größe in ununterbrochener Veränderung begriffen ist; jetzt fließen zwei oder mehrere kleine Ballen zu einer einzigen Masse zusammen, jetzt zertheilt sich umgekehrt ein rother Ballen in wenige größere oder in sehr viele winzige Tropfen; diese Veränderungen, die sich mit den unaufhörlichen Wandelungen der Wolkengestalten vergleichen lassen, währen in den Zellen so lange, als die Nachwirkung des Reizes andauert. Und mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher der Reiz selbst von dem Köpfchen eines Tentakels nach seiner Basis hinabsteigt und von hier in umgekehrter Richtung zu den benachbarten Tentakeln sich fortpflanzt, verbreitet sich auch die Zusammenballung des rothen Saftes von Zelle zu Zelle, von dem Gewebe des Köpfchens, in dem sie zuerst sichtbar wurde, nach dem Grunde des Tentakels, von diesem in aufsteigender Richtung in die Zellen der Nachbarwimpern; erst wenn das Blatt völlig wieder ausgebreitet und die letzte Reizwirkung erloschen ist, hört auch die Zusammenballung auf, und der rothe Saft erfüllt wieder gleichmäßig die Zellen. Durch die Zusammenballung, die Aggregation, wie Darwin sie genannt hat, wird gewissermaßen die Empfindung selbst sichtbar; sie beruht ohne Zweifel auf chemischen und physikalischen Veränderungen in den Säften der gereizten Zellen, auf die wir hier um so weniger eingehen können, als wir eine völlig befriedigende Erklärung zu geben noch nicht im Stande sind.

Noch eine andere Entdeckung verdanken wir, wenn auch nur indirekt, der Anregung des großen Forschers. Seit den epochemachenden Untersuchungen von Du Bois-Reymond wissen wir, daß jeder lebende Muskel von einem elektrischen Strome durchflossen wird; denn wenn man das eine Ende eines dünnen Kupferdrahtes, welcher um ein Galvanometer gewunden ist, mit der Oberfläche eines frischen Muskels, das andere mit dem Querschnitt desselben in Ver-

bindung setzt, so lenkt der elektrische Muskelstrom die Magnetnadel des Galvanometers sehr stark aus ihrer Richtung ab; sobald aber in Folge eines Reizes der Muskel sich zusammenzieht, kehrt die Nadel in ihre ursprüngliche Lage zurück und zeigt sogar einen starken Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite; sie führt, um mit Du Bois-Reymond zu sprechen, eine negative Stromschwankung aus. Eine ähnliche negative Stromschwankung tritt auch in einem gereizten Nerven ein. Darwin veranlaßte nun im Jahre 1874 den Physiologen der Oxforder Universität, Professor Burdon Sanderson, zu einer Untersuchung, wie sich in dieser Beziehung das Blatt der Dionaea verhalte, und siehe da! als ein solches Blatt zwischen die Poldrähte des Galvanometers eingeschaltet wurde, zeigte die Magnetnadel sofort eine Ablenkung, welche das Vorhandensein eines elektrischen Stromes im lebenden Blatte nachwies; in demselben Moment aber, wo eine der sechs Stachelborsten auf der Oberseite des Blattes berührt und durch Fortleitung des Reizes auf die Blattfläche das augenblickliche Zusammenklappen der beiden Blatthälften ausgelöst wurde, kehrte die Nadel in ihre frühere Lage zurück und zeigte also eine negative Stromschwankung an. In weiterer Ausführung der Sandersonschen Untersuchungen wies der Berliner Physiologe Hermann Munk 1876 nach, daß das Blatt von Dionaea in seinem elektromotorischen Verhalten den Nerven, Muskeln und elektrischen Organen der Thiere sich gleich verhält.[17])

VII.

Wir können nicht leugnen, daß in der unübersehbaren Mannigfaltigkeit der Gewächse, welche die Erde hervorgebracht hat, nirgends so eigenthümliche, überraschende Anpassungen sich zeigen, als bei den insektenfressenden Pflanzen. Doch dürfen wir nicht vergessen, daß, so unerwartet auch diese Erscheinungen sind, sie doch im Grunde nichts zeigen, was nicht auch bei anderen Gewächsen wahrgenommen wird.

Die bald kräftigen, bald langsamen Bewegungen, welche die Blätter der Droseraceen und der Pinguicula bei der Berührung durch Insekten ausführen, sind von der nämlichen Art, wie sie z. B. bei der Sinnpflanze (Mimosa pudica) beobachtet werden. Schon Karl II. Stuart, an dessen Hofe die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Experimenten Mode geworden war, hatte den Dr. Clarke, ein Mitglied der von ihm 1652 gegründeten Königlichen Gesellschaft von London, veranlaßt, die wunderbaren Bewegungen dieses im tropischen Amerika einheimischen, jetzt in der ganzen heißen Zone als Unkraut verwilderten kleinen Strauches zu studiren. Die Blätter der Mimose sind doppelt gefiedert, d. h. an der Spitze des Hauptblattstiels sind dicht über einander zwei Paar sekundäre oder Blattstiele zweiter Ordnung eingelenkt, deren jeder wieder fünfzehn bis zwanzig Paar länglich ovaler, etwas schiefer Fiederblättchen an kurzen Stielchen trägt. Bei Tage ist im Ruhezustand der Hauptblattstiel schief nach oben gerichtet, die Blattstiele zweiter Ordnung wagerecht, wie die Finger einer Hand, ausgespreizt und die Fiederblättchen ebenfalls horizontal ausgebreitet, mit der Oberseite gegen den Himmel gerichtet. Sowohl der Hauptblattstiel, als auch die sekundären Blattstiele und die kleinen Blattstielchen der Fiederblättchen haben an ihrem Grunde Gelenkpolster, welche als Bewegungsorgane dienen. Denn sobald nur ein einziges Fiederblättchen gereizt wird — am heftigsten, wenn man es mit der Flamme eines Zündhölzchens oder auch vermittelst eines Brennglases versengt — so richtet es sich augenblicklich auf, gleichzeitig auch sein Gegenüber, so daß die beiden Blättchen mit den Oberseiten an einander schlagen, wie zwei Hände beim Klatschen. Der Reiz pflanzt sich dann im sekundären Blattstiel weiter fort, von der Spitze nach dem Grunde fortschreitend; in Folge dessen richten auch alle an ihm befestigten Blättchen sich der Reihe nach auf und schlagen paarweise zusammen. Ist der Reiz bis zum untersten Blättchenpaar gelangt, so tritt er auch in die drei anderen sekundären Blattstiele über,

wird aber in diesen in aufsteigender Richtung weitergeleitet und bewirkt hier ein Aufrichten der Blättchenpaare vom Grunde nach der Spitze hin fortschreitend. Gleichzeitig aber pflanzt der Reiz sich auch im Hauptblattstiele abwärts nach dessen Gelenkpolster fort und veranlaßt eine rasche Senkung des ganzen Organs. Wird der



Mimosa Spegazzinii, Südamerika
(unterscheidet sich von M. pudica durch ein einziges Paar von Blattfiedern).
a Tagstellung, ungereizt; b nach einer Reizung; ähnlich die Schlafstellung.
Photographirt nach der Natur von Krull. $^1/_2$ nat. Gr.

Versuch mit einer kräftigen Pflanze in warmer Luft angestellt, so findet auch im Stengel eine weitere Reizleitung statt, und auch die übrigen Blätter führen die nämlichen Bewegungen aus, obwohl sie unmittelbar gar nicht berührt worden sind. Erst nach einer Viertelstunde hat sich die Pflanze von ihrer Erschütterung erholt und ihre Blätter wieder in die gewöhnliche Tagstellung gebracht; dann sind sie von Neuem reizbar.[18])

Die Bewegungen, welche die Tentakel und die Blattflächen der Droseraceen ausführen, unterscheiden sich von denen der Mimosen hauptsächlich dadurch, daß sie zweckmäßig sind, da sie das



Hedysarum gyrans.
A Tagstellung; die schmalen Seitenblättchen (a) drehen sich beständig im Kreise, die großen Endblättchen (b) zeigen nur Schlafbewegungen, wie Fig. B (Nachtstellung) darstellt.
Photographirt nach der Natur von R. Krull.

gefangene Thier festhalten und tödten helfen, während die Reizbewegungen der Sinnpflanze keinen anderen Nutzen zu gewähren scheinen, als daß sie ihr gegen hungrige Thiere einen gewissen Schutz verleihen, indem sie die Blätter dicht an den mit scharfen Stacheln bewehrten Stengel heranziehen.

In den Sümpfen Ostindiens lebt eine schmetterlingsblüthige Pflanze (Hedysarum gyrans) mit dreizähligen Blättern, ähnlich denen des Klee; nur ist das Endblättchen groß und oval, die beiden Seitenblättchen dagegen bei weitem kleiner und schmäler. Während das große Endblättchen bei Tag steif aufgerichtet ist und nur gegen Abend sich abwärts senkt, drehen die kleinen Seitenblättchen in warmer Luft sich wie Windmühlenflügel Tag und Nacht ohne Unterbrechung, jedoch langsam und ruckweise, im Kreise herum. Es macht einen wahrhaft unheimlichen Eindruck, wenn man in einem feuchten, heißen Gewächshause, wie sie in botanischen Gärten für die Victoria regia errichtet zu werden pflegen, alle Blättchen der Hedysarumpflanzen ihre zuckenden Kreisdrehungen rastlos ausführen sieht, als seien sie von Automaten in Bewegung gesetzt. Eine Erklärung dieser Erscheinung zu geben sind wir noch nicht im Stande; vermuthlich ist sie jedoch, obwohl vom Lichte unabhängig, doch nicht wesentlich verschieden von den sogenannten Schlafbewegungen, welche die zusammengesetzten Blätter der schmetterlingsblüthigen und anderer Gewächse unter Einfluß des Lichtes zeigen; ja wir sind berechtigt, Reizempfindung, Reizleitung und durch Reize ausgelöste Bewegungen als eine allgemeine Eigenschaft aller Pflanzen anzusprechen.[19])

VIII.

Die Aufnahme organischer, stickstoffhaltiger und insbesondere thierischer Nahrung durch die Blätter der insektenfressenden Pflanzen ist allerdings eine Ausnahme von den allgemeinen normalen Ernährungsgesetzen der Pflanzen. Wie wir wissen, besteht die Lebensaufgabe der Pflanzenwelt im großen Naturhaushalt darin: aus einer kleinen Zahl chemischer Elemente, oder vielmehr aus einfachen Verbindungen, wie sie in der leblosen, anorganischen Natur durch die Verwandtschaftskräfte dieser Elemente zu Stande kommen, solche organische Verbindungen zu erzeugen, welche den Körper lebender

Wesen aufzubauen und ihre Lebensbewegungen zu unterhalten geeignet sind. Wir wissen ferner, daß Protoplasma der eigentliche Baustoff aller Organismen — von der kleinsten Bakterie bis zum Menschen — ist; als wesentliche Bestandtheile des Protoplasma betrachten wir die Eiweißstoffe, welche aus fünf bis sechs Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor zusammengesetzt sind. Wir wissen endlich, daß von den lebenden Pflanzen der Kohlenstoff des Protoplasma als gasförmige Kohlensäure, Wasserstoff und Sauerstoff als Wasser, Stickstoff als Ammoniak oder Salpetersäure, Schwefel und Phosphor als Schwefel- und Phosphorsäure aufgenommen werden; dagegen verschmähen die Pflanzen alle zusammengesetzten organischen Nahrungsstoffe, welche schon einmal in einem Thier- oder Pflanzenkörper dem Leben gedient haben.[20])

Ueber die einzelnen Vorgänge, welche bei der Erzeugung von Protoplasma in den Pflanzen zusammenwirken, sind wir noch sehr unvollständig unterrichtet. Nur das Eine steht fest, daß die Blätter diejenigen Organe sind, von deren grünen Zellen unter der Erregung der Lichtwellen die Kohlensäure der Luft eingesaugt und in ihre beiden Bestandtheile, Sauerstoff und Kohlenstoff, zerlegt wird; in den grünen Blättern wird sodann der Kohlenstoff assimilirt, d. h. mit Wasser in eine organische chemische Verbindung, in ein Kohlenhydrat (Zucker oder Stärkemehl), zusammengefügt. Diese Kohlenhydrate bringt die Pflanze sodann in chemische Verbindung mit gewissen mineralischen Nährstoffen, mit Ammoniak, Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure, die ihr sammt dem Bodenwasser, in dem sie gelöst sind, vermittelst der Wurzeln zugeleitet werden; sie erzeugt daraus in ihren Zellen die Eiweißstoffe des Protoplasma.

Die fleischfressenden Pflanzen besitzen grüne Blätter, und wir können daher nicht daran zweifeln, daß auch sie im Lichte Kohlensäure zu assimiliren und Kohlenhydrate durch die eigene Lebensthätigkeit zu bilden vermögen. Höchst wahrscheinlich enthalten aber

die gewöhnlichen Standorte der fleischfressenden Pflanzen (Torfmoore und die Wasserbecken darin oder das Moos, auf dem sie angesiedelt sind) zu wenig Ammoniak und salpeter-, schwefel- und phosphorsaure Salze, um ihnen eine ausgiebige Erzeugung von Eiweißstoffen zu ermöglichen; dazu kommt, daß bei einem Theile dieser Pflanzen das Wurzelsystem nur sehr schwach ausgebildet ist oder, wie bei Aldrovanda und Utricularia, ganz fehlt. Wenn auch die Einzelpflanze vielleicht mit den wenigen ihr zu Gebote stehenden mineralischen Nährstoffen auskommen kann, so wird es ihr doch nicht möglich sein, die für die Samenbildung erforderlichen reichlicheren Vorräthe von Eiweißstoffen aufzuhäufen, und sie wird daher für ihre Fortpflanzung einer Ergänzung durch thierische Nahrung bedürfen. Vielleicht ist auch in den fleischfressenden Pflanzen die Fähigkeit, aus Kohlenhydraten unter Aufnahme gewisser mineralischer Nährsalze Eiweißstoffe zu erzeugen, nicht in ausreichendem Maße entwickelt.

Eine große Zahl von Pflanzen stimmt jedoch mit den insektenfressenden darin überein, daß sie lebende Thiere oder Pflanzen gewaltsam überfallen und oft tödten, um sich auf deren Kosten zu ernähren; es sind dies die parasitischen oder Schmarotzerpflanzen. Ein Theil derselben ist ganz und gar auf organische Nahrung angewiesen, wie die Pilze. Die Empusa, welche, wie einst Goethe zuerst beobachtete,[21]) im Herbst in den Leib der Stubenfliegen sich einbohrt, sie dann tödtet und ihre Eingeweide aufzehrt, — die ihr nahe verwandten Entomophthoren, welche unter den Raupen oft epidemisch wüthen und sie selbst bis in ihre unterirdischen Winterlager verfolgen, — der Cordyceps, der mit dem Fadengespinnst seines Mycels den Körper der Seidenraupen und anderer Insekten durchwuchert, so daß sie gewissermaßen im Pilz erstarren, um dann später bei der Fortpflanzung aus der Haut des gemordeten Thierchens als weißer Sporenstaub oder in Gestalt langer Fruchtkeulen hervorzubrechen — sie alle ernähren sich im Grunde auf die näm-

liche Art, wie die von uns geschilderten insektenfressenden Pflanzen. Aber im Wesentlichen verhalten sich in der gleichen Weise, wie die Pilze, auch jene farblosen, des grünen Laubes entbehrenden, aber oft mit großen Blüthen ausgestatteten Schmarotzergewächse: die Schuppenwurz, die Orobanchen, die Kleeseide und die tropischen Balanophoren und Rafflesien.

Andere Parasiten besitzen grüne Laubblätter, gleich den Insektivoren; sie können daher ohne Zweifel ebenfalls Kohlenhydrate erzeugen; aber zur Bildung von Eiweißstoffen benutzen sie die Säfte von anderen Pflanzen, an deren Wurzeln oder Stämmen sie sich ansaugen; wir haben diese Lebensweise von der Mistel, dem Vermeinkraut, dem Wachtelweizen, Läusekraut, Augentrost, Klappertopf und ihren Verwandten schon in einer früheren Vorlesung geschildert.[22]) Gerade diese letzteren, die Gruppe der Rhinantheen, welche im heiteren Laubkleid und dem bunten Schmuck ihrer Lippenblumen unter die Kräuter der Wiesen und Wälder gemischt, ein unschuldiges Ansehen heucheln und doch heimlich das Brigantenhandwerk betreiben, läßt uns einen Blick thun auf den Gang der Entwickelung, welcher zu den insektenfressenden Pflanzen geführt hat. Denn die Rhinantheen sind auf der einen Seite die nächsten Verwandten des Fingerhuts, des Ehrenpreis, des Löwenmauls, des Leinkrauts und zahlreicher anderer Geschlechter, welche die Gruppe der Antirrhineen bilden und sich ganz ausschließlich durch ihre eigene Arbeit von anorganischen Verbindungen ernähren; auf der anderen Seite aber stehen sie in enger Verwandtschaft zu den blatt- und farblosen Orobanchen und Lathraeen, welche ganz und gar auf die Baustoffe angewiesen sind, die sie vermittelst ihrer Saugorgane aus den Wurzeln ihrer Nährpflanzen sich aneignen; ebenso nahe stehen sie aber den Utrikulariaceen, welche zwar ihre Kohlenhydrate durch Vermittelung ihrer grünen Laubblätter selbst erzeugen, aber für die Eiweißstoffe thierischer Nahrung bedürfen.

Selbst das Weizenkorn führt in seiner ersten Jugend eine

Lebensweise nach Art der fleischfressenden Gewächse;[23]) denn die junge Weizenpflanze ernährt sich, indem sie aus der schildförmigen Fläche ihres Keimblatts ein Ferment oder Enzym ausscheidet, welches die im Samen aufgespeicherten Vorräthe verflüssigt und in eine süße, aus Zucker und Eiweißstoffen bestehende Milch auflöst; indem der Keimling die nährende Milch aufsaugt, wächst er heran; erst wenn die grünen Blättchen sich über die Erde ans Licht geschoben haben, verschmäht er den weiteren Genuß organischer Nahrung und bildet seine Gewebe aus den Baustoffen seiner eigenen Arbeit.[24])

Was die fleischfressenden Pflanzen vor allen anderen auszeichnet, ist die wunderbare Anpassung, welche ihre ganze Organisation und Lebensthätigkeit für die Zwecke des Insektenfanges zeigt; es macht fast den Eindruck, als seien dieselben für andere Verhältnisse auf der Erde eingerichtet, als die heutigen. In der That scheinen diese Gewächse zum Aussterben bestimmt zu sein; die Seltsamkeit ihrer Gestaltung, die verhältnißmäßig geringe Zahl ihrer Arten, ihr häufigeres Auftreten in der südlichen Erdhalbkugel, welche viele anderwärts ausgestorbene Typen der Vorzeit aufbewahrt, ihre Beschränkung auf einzelne Sümpfe oder eng begrenzte Inseln bei den einen, ihre Zerstreuung über weit getrennte Gebiete bei den anderen: alles dies scheint für die Vermuthung zu sprechen, daß wir in den insektenfressenden Pflanzen Ueberreste einer alten Pflanzenorganisation vor uns haben, welche der gegenwärtigen Einrichtung des Lebens auf der Erde nicht mehr entspricht und daher ihrem Untergange entgegengeht.

Indessen ist noch zu kurze Zeit verstrichen, als daß sich schon jetzt die ganze Tragweite dieser Untersuchungen übersehen ließe. Als kühner und genialer Pfadfinder hat Darwin auch hier die Wissenschaft vom Leben auf einen neuen Standpunkt geführt, von dem sich weite Horizonte ausbreiten; es wird späteren Forschungen überlassen bleiben, die Grenzen des neu entdeckten Gebietes abzustecken und dasselbe im Einzelnen zu durchwandern.

Ein Gedanke aber läßt sich schon jetzt als ein gesicherter Gewinn der Wissenschaft erkennen, der freilich schon längst durch die übereinstimmenden Forschungen der Neuzeit vorbereitet worden ist: die von der Schule her gebräuchliche Eintheilung der Lebewelt in zwei streng geschiedene Naturreiche, welche angeblich von ganz verschiedenen Gesetzen beherrscht werden, in ein Reich der Pflanzen und in ein Reich der Thiere, ist künstlich und widernatürlich; insbesondere der von Linné als unterscheidendes Merkmal formulirte Satz: „Die Pflanzen leben, die Thiere leben und empfinden" ist hinfällig geworden.[25]) Es giebt nur ein einiges Reich des Lebens, das von den einfachsten Anfängen in unzähligen Zwischenstufen Schritt für Schritt sich zu den höchsten Gestaltungen erhebt, überall denselben Gesetzen unterworfen, von der leblosen Natur aber durch eine unüberbrückte Kluft geschieden ist. Keine neuen Kräfte, keine ihrem Wesen nach grundverschiedene Thätigkeiten treten auf, indem wir von den niedersten Pflanzen zu den höchsten Wesen aufsteigen; der Baum des Lebens ist ein einziger und einheitlicher, der seine Wurzeln in den zwar bewußtlosen, aber empfindenden und sich zweckvoll bewegenden Gebilden der Pflanzen ausbreitet, der in den Stämmen der Thiere zu immer vollkommneren Formen mit immer klarer sich entwickelndem Bewußtsein sich erhebt und im Menschen mit seiner, das Unendliche umfassenden Gedankenwelt die höchste Blüthe entfaltet.





Erläuterungen.

[1]) (S. 282.) Die Sphagnumarten zeichnen sich vor den übrigen Moosen durch den porös schwammigen Bau ihrer zarten Blätter und Stengel aus, in Folge dessen sie sich mit Wasser vollsaugen und die Luft durch ihre Verdunstung feucht erhalten; indem sie vom Rande nach der Mitte flacher Wasserbecken sich verbreiten, füllen sie dieselben allmählich aus und lassen in der Regel nur kleine Wassertümpel offen, in denen neben Utricularien und anderen Wasserpflanzen auch die zierliche Froschlaichalge (Batrachospermum) und die schönsten mikroskopischen Desmidiaceen wohnen. Die in das Wasser versenkten Stengelchen dieser Moose sterben allmählich ab und verwandeln sich in Torf, während die Gipfelknospen weiter aufwärts wachsen; daher auch der Sphagnumtorf wieder nachwächst, wenn er ausgestochen wird. Dieser Moostorf bildet unter anderen die weit ausgedehnten Hochmoore im westlichen Norddeutschland, wie in vielen Gebirgen; von ihm zu unterscheiden ist der Wiesentorf, der auf sumpfigem Boden durch das dicht verschlungene Wurzelgeflecht von Riedgräsern und Heidekräutern erzeugt wird und nach dem Ausstechen sich nicht wieder erneut.

[2]) (S. 282.) Vaccinium Oxycoccus. Auch die Heidelbeere der Moorsümpfe ist eine besondere Art (Vaccinium uliginosum), deren blaue Beeren für giftig gehalten werden.

[3]) (S. 292.) Die neuerdings üblich gewordene Schreibart Aldrovandia ist unberechtigt; der Entdecker der Pflanze, Cajetan Monti von Bologna (1747), und nach ihm Linné (1751) nannten sie Aldrovanda; der Naturforscher, dem zu Ehren sie diesen Namen erhielt, schrieb sich Aldrovandus; wenn aber der Gattungsname einer Pflanze nach dem eines Mannes gebildet wird, so geschieht dies nach der Regel durch Umänderung des us des lateinischen Namens in a (Linnaea, Jussieua, Neckera, Webera).

[4]) (S. 292.) Schon früher hatte Augé de Lassus die Reizbarkeit der Blätter von Aldrovanda beobachtet und in den Bull. de la Société bot. de France, 1861, S. 522 bekannt gemacht; doch war diese Entdeckung übersehen worden.

[5]) (S. 296.) Odyssee IV, 220 ff.

[6]) (S. 297.) R. Hallier, Die botanische Erforschung Mittelborneos, Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1896, VI. Nr. 7—11.

7) (S. 301.) Nach Goebel, Erl. 10.

8) (S. 303.) Wir haben bereits in dem Vortrage „Goethe als Botaniker“, Bd. I. S. 93, bemerkt, daß Goethe sechs Jahre nach der Rothschen Entdeckung und drei Jahre nach deren Veröffentlichung (A. W. Roth, Von der Reizbarkeit des sogenannten Sonnenthaus, Beiträge zur Botanik 1782) bei einer Reise, die er in Begleitung Knebels ins Fichtelgebirge machte, den Sonnenthau beobachtete. Ich kann es mir nicht versagen, an dieser Stelle einen ausführlicheren Bericht darüber anzureihen; ich entlehne denselben einem in meinem Besitz befindlichen noch ungedruckten Manuskript von Goethes damaligem Amanuensis, dem als Gartendirektor zu Eisenach im Jahre 1850 verstorbenen Dr. Friedrich Gottlieb Dietrich, welches über die botanischen Studien des Dichters manche interessante Einzelheiten berichtet. Goethe bestieg am 29. Juni 1785 den Ochsenkopf, einen der höchsten Berge des Fichtelgebirges (1014 Meter); zwischen Ochsenkopf und Schneeberg liegt die Seelohe, ein tiefer Spalt, dessen kaum hundert Schritt breite Sohle moorig ist, während die Felswände schroff aufsteigen; an ihrem Südostende befindet sich eine 150 Schritt lange Bruchstrecke mit schwankender Torfdecke, der Ueberrest des ehemaligen, sagenberühmten Fichtelsee. Wir lassen nun Dietrich selbst erzählen:

„Auf einem ziemlich hohen Berg, dem sogenannten Ochsenkopf, sahen wir in einer nur wenig tiefer liegenden, von grotesk geformten Felsen umschlossenen Bergwiese einen purpurrothen Fleck, der schon in der Ferne Bewunderung erregte. Goethe sagte: ‚Das ist mir ein unerklärbares Phänomen, wir wollen hinabgehen und an Ort und Stelle die Sache näher betrachten und genau untersuchen.‘ Da wir an der Stelle ankamen, fanden wir einen Sumpf (Torfmoor) mit torfliebenden Laubmoosen dicht angefüllt. Auf diesen Torfmoosen hatte sich die kleine Drosera rotundifolia L. in ungeheurer Menge angesiedelt und die anderen Gewächse verdrängt, so daß fast der ganze Torfmoor wie mit einem Purpurteppich bedeckt erschien. Die Wurzelblätter dieser niedlichen Pflanze breiten sich stern- oder rosettenförmig auf den Torfwiesen aus, sind roth, gestielt, kreisrund, löffelförmig ausgehöhlt, die Oberfläche, sowie die Stiele mit rothen, reizbaren Drüsen verziert und besonders des Morgens mit einer glänzenden Feuchtigkeit, gleichsam wie mit Thau überzogen, daher der deutsche Name Sonnenthau (Ros solis Bauhin. Pinax). Zwischen den Blättern erhebt sich ein zarter aufrechter Schaft, der wenige kleine weiße Blumen trägt, die eine meist einseitige Endähre bilden . . . Häufig kam auch eine kleine zierliche Pflanze vor, Vaccinium Oxycoccus L., deren fadenförmige Stengel auf den Torfmoosen liegen und mit lieblichen, rothen Blumen sich schmücken. Beide Pflanzen, die ich mit Moosballen aus dem Sumpfe hob und zur näheren Anschauung und Beobachtung vorzeigte, gewährten den Herren große Freude und belehrende Unterhaltung: Goethe, der damals sein Werk (Versuch, die Metamorphose der Pflanze zu erklären) angefangen hatte, suchte sich näher mit den Pflanzen zu befreunden, nahm eine

Drosera rotundifolia in die Hand und sprach sich über die wunderbare Gestalt und regelmäßige Stellung der mit reizbaren Drüsenhaaren bekränzten Blätter belehrend aus, insonderheit über die Irritabilität (Reizbarkeit) der Pflanzen im Allgemeinen. Wir fanden einige Sonnenthaupflanzen, in deren Blättern kleine Insekten von den Drüsenhaaren eingeschlossen waren, und bemerkten zugleich, daß, so lange die eingeschlossenen Insekten leben und durch die Bewegung ihres Körpers und der Füße die Drüsen reizen, die Haare desto kräftiger und fester sich zusammenziehen und nicht eher wieder aufrichten, bis das Insekt getödtet ist. Auch hat man versucht, durch sanftes Berühren der Drüsen mit einer Borste die Reizbarkeit zu erregen . . ."

[9]) (S. 303.) Julius Milde im Jahresbericht der Botanischen Sektion der Schlesischen Gesellschaft 1852.

[10]) (S. 304.) Nitschke, Inauguraldissertation 1854 und Botan. Zeitung 1861.

[11]) (S. 305.) Charles Darwin, Insectivorous plants. London, John Murray. 1875. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart, Schweizerbart. 1876.

[12]) (S. 305.) Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. Insektivoren. II. 1. 1891, II. 2. 1893; hier auch ein vollständiges Litteraturverzeichniß.

[13]) (S. 309.) Die neuesten Untersuchungen über Drosophyllum von Dewevre (Recherches physiolog. et anat. sur le Drosoph. Annales des sciences nat. 8 sér. t. 1. 1895) bestätigen das Vorhandensein von Pepsin in den Schleimtropfen der Drüsenköpfchen; doch betrachtet der Verfasser deren Bedeutung für die Nahrungsaufnahme als untergeordnet; sie dienen nach ihm der Pflanze hauptsächlich als Schutzmittel gegen schädliche Insekten, die festgehalten und getödtet werden; auch parasitische Pilzsporen und Bakterien sterben im antiseptisch wirkenden Schleim der Drüsen und kommen nicht zu schädlicher Entwickelung.

In Australien lebt eine fünfzig bis sechzig Centimeter hohe Droseracee, Byblis, mit fünfzehn Centimeter langen, linearen Blättern, und am Kap der guten Hoffnung eine mehrere Fuß hohe, holzige und verzweigte Gattung Roridula, mit Büscheln schmaler, schlangenförmig gebogener Blätter; über ihr Verhalten zu den Insekten ist Näheres noch nicht bekannt.

[14]) (S. 310.) Zu den Utriculariaceen gehört auch die Gattung Genlisea, von der 40 Arten zumeist das tropische Amerika bewohnen; sie besitzen eine Rosette einfacher, schmaler, dem Boden angedrückter Laubblätter, aus welcher sich nur wenige für den Insektenfang eingerichtete, oben in Form eines Y gegabelte Schläuche aufrecht erheben; an den Gabelarmen befindet sich eine Reihe kleiner Oeffnungen, die in die innere Höhlung führen; diese ist mit fischreusenartig gestellten Borstenhaaren besetzt, und man findet darin stets eine Menge todter Insekten; doch ist über die Art ihrer Verdauung nichts bekannt.

[15]) (S. 312.) Correns, der diese Thatsachen im Anschluß an Darwin er-

mittelt hat (Zur Physiologie von Drosera rotundifolia. Botan. Zeitung 1896, II. 21), fand, daß destillirtes Wasser sogar bei gewöhnlicher Temperatur die Blätter zum Einkrümmen reizt, während ein geringer Kalkgehalt des Wassers die Reizbarkeit herabsetzt oder ganz aufhebt.

[16]) (S. 316.) Tangl (Czernowitz) machte 1879 zuerst bekannt, daß in den Nährgeweben hornartiger Samen (z. B. der giftigen Krähennuß, (Strychnos nux vomica) die mit Vorrathsstoffen erfüllten Zellen vermittelst feiner Durchbohrungen ihrer Wände unter einander in Verbindung stehen; weitere Belege für diese Einrichtung machten bald darauf Strasburger (Bonn) und Russow (Dorpat) bekannt. 1884 zeigte Gardiner (London), daß die Protoplasmaleiber oder Cytoplasten der Zellen in den reizbaren Gelenkpolstern der Mimosen durch zarte Plasmafäden unter einander zusammenhängen; 1891 wies Kienitz-Gerloff (Weilburg) nach, daß ganz allgemein die lebenden Zellen der Pflanzen durch solche Protoplasmaverbindungen, welche die Scheidewände durchsetzen, unter einander kommuniziren.

[17]) (S. 318.) Vergl. Burdon Sanderson, Proc. Royal Soc. XXI. 1873, 20. Nov., Nature 1874, 11./18. Juni, und H. Munk, Die elektrischen und Bewegungserscheinungen am Blatt der Dionaea muscipula, Leipzig 1876.

[18]) (S. 320.) Die in Folge eines Reizes (Erschütterung, Einschneiden in Blätter oder Stengel, Brennen, elektrische Schläge) ausgelösten Bewegungen der Blätter der Mimosen ähneln denen, welche dieselben des Abends ausführen, wenn sie in Schlafstellung übergehen; doch sind die ersteren mit einer Erschlaffung der Gelenkpolster verbunden, während in der Nachtstellung die Gelenke straff gespannt sind. Man hat bisher angenommen, daß die Reizbewegungen der Mimosen auf einer Auspressung von Wasser aus den Zellen der Gelenkpolster beruhe, welche deren Erschlaffung zur Folge habe; einen Beweis dafür erblickte man in der Thatsache, daß beim Einschneiden in die Gelenke ein Tropfen hervortritt; da sich jedoch herausgestellt hat, daß dieser Tropfen nicht Wasser, sondern eine konzentrirte Lösung ist, die beim Verdunsten in Nadelbüscheln auskrystallisirt, so bedarf die bisherige Erklärung einer erneuten Prüfung. G. Haberlandts „Reizleitende Gewebe der Mimosen" scheinen von den „Gerbstoffschläuchen" anderer Leguminosen nicht verschieden zu sein.

[19]) (S. 322.) Vergl. den Vortrag „Lebensfragen", Bd. I, S. 51.

[20]) (S. 323.) Vergl. den Vortrag „Licht und Leben", Bd. I, S. 279 ff.

[21]) (S. 324.) Vergl. den Vortrag „Goethe als Botaniker", Bd. 1, S. 123 und Erl. 58.

[22]) (S. 325.) Vergl. den Vortrag „Was sich der Wald erzählt", Bd. II, S. 27 ff; Abbildung der Rafflesia Bd. I, S. 267.

[23]) (S. 326.) Wie die junge Weizenpflanze verhalten sich die Keimlinge aller Samen, welche ein besonderes „Nährgewebe" besitzen, das, ähnlich wie der Eidotter der Thiere, zur ersten Ernährung des Embryo verbraucht wird (Gräser,

Palmen, Liliengewächse und überhaupt Monokotylen, doch auch sehr viele Dikotylen [Doldenblüther, Ranunculaceen, Rubiaceen u. a.]). Bei den Familien, deren Samen kein besonderes Nährgewebe enthalten, sind die Nährstoffe für den Embryo in den fleischigen Keimblättern aufgespeichert (Hülsenfrüchte, Kreuzblüther, Rosenblüther, Roßkastanien, Eicheln u. s. w.).

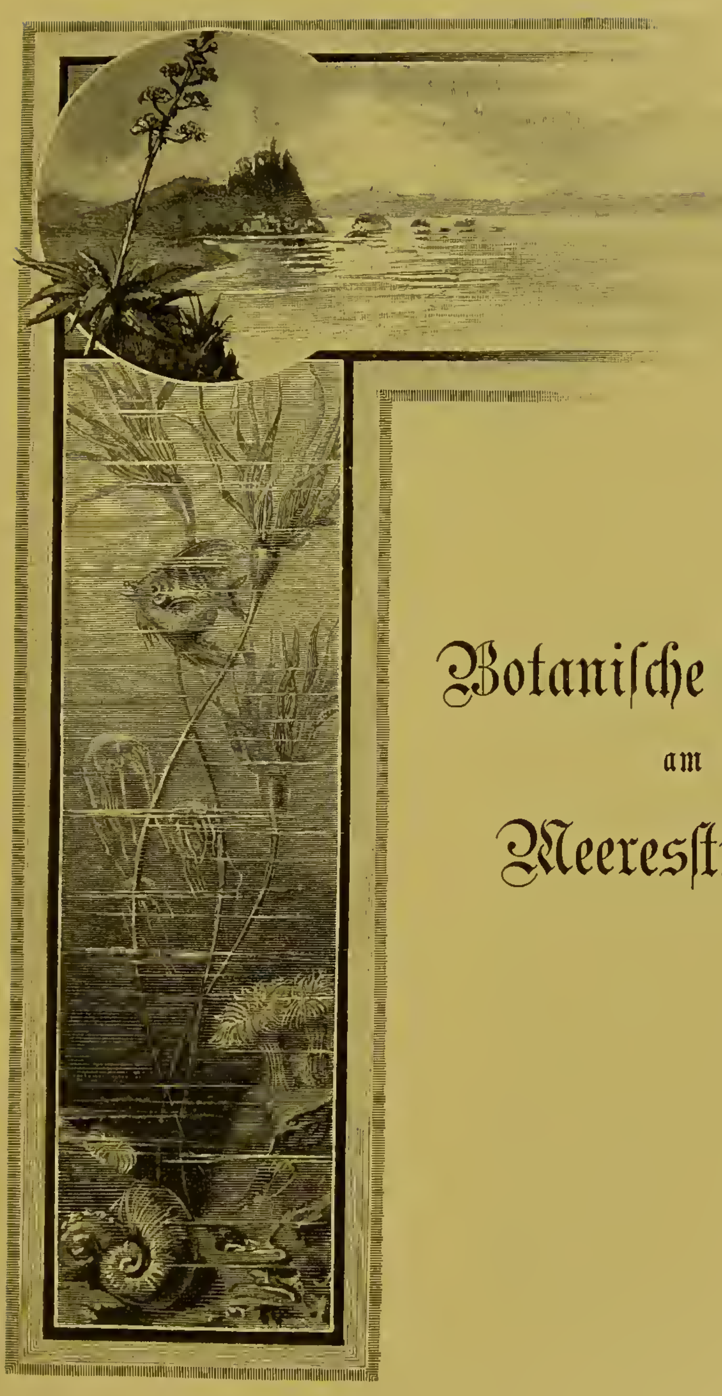
[24]) (S. 326.) Auch das ist eine Ausnahme, daß die Blätter oder die aus ihrer Umgestaltung gebildeten Schläuche oder Blasen der insektenfressenden Pflanzen flüssige Nahrungsstoffe einsaugen; denn in der Regel ist die Oberfläche der Blätter von einem luft- und wasserdichten Häutchen, der Cuticula, überzogen; Wasser läuft daher ab, ohne zu benetzen; noch weniger kann es in das innere Gewebe aufgenommen werden. Die Cuticula verhindert auch die Verdunstung des in den Zellen der Blätter enthaltenen Wassers und wehrt dadurch das Welken derselben ab. Nur durch die zahllosen kleinen Poren in der Cuticula, durch die Spaltöffnungen ist eine Verdunstung möglich, und da diese Poren durch ein Paar unter ihnen befindlicher, nach Art einer sogenannten Irisblendung wirkender Schließzellen erweitert, verengt oder ganz geschlossen werden können, so ist es der Pflanze möglich, das Maß ihrer Transpiration nach Bedürfniß zu reguliren. Indessen giebt es doch auch außer den Insektivoren noch andere Pflanzen, an deren Blättern die Cuticula für Wasser durchdringlich ist und daher das Auffangen von Flüssigkeit gestattet; namentlich bei Wasser- und Sumpfpflanzen, zu denen die meisten Insektivoren gehören, ist die Cuticula für Wasser durchlässig, daher sie beim Herausnehmen aus dem Wasser alsbald vertrocknen.

Die Bestandtheile des Verdauungssaftes, Pepsin und Ameisensäure, sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet; besonders reich daran ist der Milchsaft des im tropischen Amerika einheimischen Melonenbaums (Carica Papaya), der noch rascher als der Magensaft Eiweiß peptonisirt und Fleisch erweicht und auflöst.

Becher- und Schlauchbildung durch Umgestaltung oder Aussprossung von Laubblättern ist eine sehr verbreitete Erscheinung, die aber gewöhnlich mit dem Insektenfang oder gar mit deren Verdauung nichts zu thun hat; vergl. De Vries in Botanisk Jaarboek, Dodonaea, Gent 1895, S. 127.

[25]) (S. 327.) „Mineralia crescunt, plantae crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt.“ Linné, Systema naturae 1735.





Botanische Studien
am
Meeresstrande.





Botanische Studien am Meeresstrande.

I.

Eine wunderbare Gewalt übt das Meer auf des Menschen Gemüth. Dem echten Seemann wird es zur Heimath, daß er auf dem Festland sich fremd fühlt und immer aufs Neue zurückkehrt in das gefährliche und doch so verlockende Reich der Wellen. Wer das Meer zum ersten Male gesehen, vergißt den Eindruck nie und behält Sehnsucht nach ihm sein Leben lang. Freilich entbehrt das Meer jener milderen Reize, durch welche die Landschaft die Seele erfrischt und beruhigt; ungastlich empfängt es die Meisten, die sich ihm anvertrauen; das Meer ist ernst, selbst wenn es lächelt, fürchterlich und unnahbar in seinem Zorn. Und doch ermüdet das Auge nicht, dem niemals ruhenden Spiele der Wellen zuzuschauen, wie sie in weiß umsäumten Bogenlinien am Strande herauflaufen

und wieder zurückfließen, oder den ewigen Farbenwechsel zu bewundern, wenn die Wolken ihre Schatten auf die bald silberweiß, bald flaschengrün, bald ultramarinblau schimmernde Fläche werfen, oder die Sonne Millionen glitzernder Brillanten über sie ausstreut. Wenn dann der Blick über die uferlose Ferne dahinschweift, dann tritt der Gedanke der Unendlichkeit sinnlich und faßbar vor die Seele und erfüllt sie mit feierlicher Stimmung. Eingewiegt von dem unsterblichen Liede der Wellen, überläßt die Phantasie sich träumerischen Spielen, gedenkt der fernen Länder, wo sie vorübergerollt, der vergangenen Jahrhunderte, an denen sie vorbeigerauscht. Denn von jeher ist die Weltgeschichte auf der feuchten Straße gewandelt, welche die Völker weniger trennt als vereint.

Während die Literatur der neueren Zeit, die englische ausgenommen, fast ganz im Binnenlande aufgewachsen ist, ist die Poesie des Alterthums, der wir so viel von unserer Bildung verdanken, wie durchweht vom Hauch des Meeres; darum ist sie auch ewig jung und erfrischend, wie dieser. Zwischen den Gesängen, welche des göttlichen Dulders Odysseus Leiden im Meere oder die liebliche Nausikaa am Strande verherrlichen, glauben wir die vielstimmige Begleitung der Wellen zu vernehmen. Auch das geheiligte Buch, welches tiefer als ein anderes in die geistige und sittliche Entwickelung der Menschheit eingegriffen, führt uns durch so manche seiner Geschichten ans Meer; wir sehen die Apostel mit Wintersturm und Schiffbruch kämpfen, eine neue Lehre von Insel zu Insel, von Küste zu Küste zu tragen; aus uralter Zeit klingt der Triumphgesang vom Schilfmeer herüber, leuchten in unvergänglicher Schönheit die erhabenen Meeresbilder des Buches Hiob und der Psalmen.

Wenn so das Meer jedes Gemüth an sich fesselt durch die Größe des sinnlichen Eindruckes, wie durch die Empfindungen und Erinnerungen, die es in der Seele wach ruft, so übt dasselbe noch eine besondere Anziehungskraft aus auf den Naturforscher. Der

Laie „schaut durch seinen Spiegel in ein dunkles Räthsel"; vor dem Auge des Forschers lüftet die See gern ihren geheimnißvollen Schleier. Je nach Vorliebe und Vorbildung versenkt er sich in die Gesetze, welche des Meeres Strömungen sichtbar und unsichtbar beherrschen; oder er erfreut sich an dem wunderreichen Leben, welches die unergründliche Tiefe beherbergt und nährt. Wüßten wir nicht aus Erfahrung, daß wirklich Pflanzen und Thiere im Meere leben, wir würden es für unmöglich halten, daß dieselbe Welle, welche allen Geschöpfen rings um uns sicheren Tod bringt, für eine ganze Welt das unentbehrliche Lebenselement ist. Freilich ist diese Welt so eigenthümlich, so verschieden von der unserigen, daß die größten Naturforscher seit der Zeit des Aristoteles bis zur Gegenwart einen besonderen Reiz darin fanden, dieselbe für die Wissenschaft zu entdecken und zu erobern. Doch waren es zumeist nur die formenreichen Thiergeschlechter des Meeres, denen sich von jeher das Interesse der Gelehrten vorzugsweise zugewendet hat; Karl Vogt war der erste, welcher es versuchte, durch pointenreiche Darstellung die Thierwelt in „Ocean und Mittelmeer" auch unter den Laien populär zu machen; dem Biographen Goethes, George Lewes, gelang es, durch seine „Studies on seaside"[1]) die gebildeten Kreise Englands zu interessiren für

„all' die Meerungethüme,
Wie sie häufig ernährt die Herrscherin Amphitrite."

Die Seewasseraquarien, welche die Kinder der Tiefe mit aller Bequemlichkeit beobachten lassen, haben in manchen Städten Nadelfisch und Armpolyp, Einsiedlerkrebs und Seeanemone geradezu in Mode gebracht.

Wenn Lewes in seinen „Studien am Meeresstrande" nicht Worte genug finden kann, um sein Entzücken bei der Betrachtung eines Röhrenwurms oder eines Seehasen zu schildern, so behandelt er dagegen den Seetang mit stiller Verachtung; er macht es wie der Fischer, der, wenn er mit seinem Schleppnetz auch ein Seetang=

büschel heraufgezogen, es sofort wieder ins Meer wirft, ärgerlich darüber, daß es kein Fisch oder Hummer gewesen. Der Seetang muß sich damit trösten, daß es ihm seit alten Zeiten nicht besser ergangen; er ist das Aschenbrödel unter den Geschöpfen; Seeunkraut (sea weed) nennt ihn der Engländer; schon der alte Horatius weiß nichts Werthloseres aufzuzählen als die „unnütze Alge".[2]) Der Eingeweihte aber weiß, daß Aschenbrödel eine verzauberte Prinzessin ist, welche ihren Liebhaber durch ihre Reize fesselt. Und nicht bloß unter den Botanikern von Fach giebt es eine kleine auserwählte Schaar, welche alljährlich mit besonderer Vorliebe ihre Studien an den Meeresstrand verlegt; auch manches sinnige Frauenauge hat erkannt, wieviel Anmuth und Lieblichkeit verborgen im Meere blühen, und wie reich sich die kleine Mühe belohnt, sie in ihrer „wellen-athmenden" Heimath aufzusuchen. Die Geschichte der Botanik nennt uns namentlich in England manche liebenswürdige Frau, die zuerst nur an der Zierlichkeit der seaweed pictures Wohlgefallen fand, dann aber, angezogen von dem Zauber ihres stillen Lebenskreises, auch den Gesetzen ihrer Entwickelung nachzusinnen strebte, und der ernsteren Freude wissenschaftlicher Forschung theilhaft geworden, die Wissenschaft selbst durch glückliche Funde bereicherte. Die dankbare Wissenschaft hat ihre Gönnerinnen verewigt, indem sie einige der zierlichsten Meerespflanzen mit ihren Namen schmückte; ich erinnere nur an Griffithsia, Cutleria, Hutchinsia und andere. So darf auch ich es wohl wagen, die Leser auf eine kurze Stunde in jene geheimnißreiche Welt zu geleiten, die der Dichter so verlockend schildert:

„In des Meeres Tiefen blühen
Zauberwälder voller Pracht;
Da durchleuchten und durchsprühen
Waldesgrün und Purpurglühen
Den azurnen Schooß der Nacht . . ."
(Lingg.)

II.

Freilich ist es nicht leicht, „einzudringen in des Meeres Schooß und in den Fußtapfen der Tiefe zu wandeln"; ist es doch uns anderen Sterblichen nicht vergönnt, gleich den Bürgern der versunkenen Vineta, auf den Fluren des Meeres nach Wohlgefallen umherzuschreiten, um hier einen Zweig abzubrechen, dort eine Blume aufzulesen. Argwöhnisch und eifersüchtig hütet das Meer seine Schätze, und es bedarf einer genauen Beobachtung seiner Launen und mannigfacher List, um sie ihm dennoch zu entreißen.

Noch vor wenig Jahrzehnten war der Naturforscher am Meeresstrande ganz und gar auf seine eigenen Hülfsmittel angewiesen. Wenn er ein günstig gelegenes Fischerdorf gefunden, wo er für einige Zeit sein Laboratorium aufrichten wollte, mußte er dorthin sein Mikroskop mit allem Zubehör von Gläsern, Flaschen, Messern und Nadeln, seine Netze und seine Bücher schleppen, meist auch sich die Schiffer erst abrichten, die ihm ihr Boot zu seinen unfruchtbaren Fischzügen zur Verfügung stellen sollten. Am schwersten gelingt es dem Botaniker in jenen geschlossenen Seebecken, wo, wie im Mittelmeer, Ebbe und Fluth keine Macht haben, als könne das Meer es nicht über sich gewinnen, auch nur eine Stunde lang, auch nur einen Schritt weit das schöne Gestade zu verlassen, welches es mit weichem Arm umfängt. Wo vom Strande plötzlich der Boden des Meeres in ungemessene Tiefe abstürzt, da können wir nur bei stiller See von der Barke sehnsüchtige Blicke auf die märchenhaften Landschaften werfen, über denen wir wie in einem Luftballon dahinschweben. Wellenförmig hebt sich der Boden; weiße nackte Sandflächen wechseln mit grünen Wiesen von Seegras; hier und da erhebt sich phantastischer Strauchwald, in dem ein reiches Thierleben sich tummelt; die Reisigen der Tiefe, Langusten und Krabben, in Schienenpanzer gehüllt und von Scheeren, Spießen, Zangen starrend, liegen im Hinterhalte unter den rothen und braunen Büschen, einer

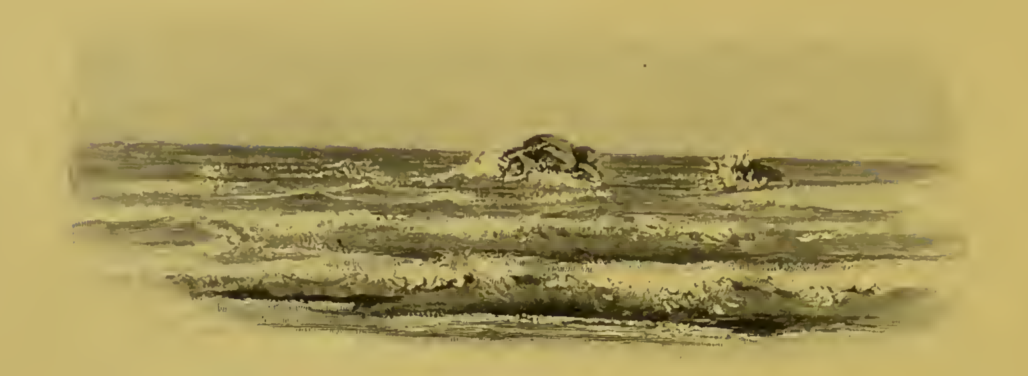
braunen Holothurie oder einer regenbogenfarbenen Annelide aufzulauern; abenteuerliche Fische im goldschimmernden Schuppenkleide schießen pfeilschnell wie Habichte auf ihre Beute, die sich vergeblich unter die zerstreuten Felsblöcke flüchtet. Durch die durchsichtige Fluth ist diese ganze Welt in täuschende Nähe gerückt und doch ohne ein besonders eingerichtetes und selten zu beschaffendes Schleppnetz unerreichbar; der Botaniker ist hier ganz auf die spärliche Ausbeute beschränkt, welche die Wellen ihm als Gnadenbrot von ihrem Ueberflusse an den Strand werfen.

Genußreicher ist das Sammeln, wo das Ufer nur allmählich in die Tiefe sich abflacht: mit Wohlgefallen kehrt noch nach Jahren die Erinnerung zurück nach jenen stillen Meeresbuchten — eingefaßt von röthlich leuchtenden Felswänden, auf denen die bläuliche Agave den weißen Blüthenkandelaber aufpflanzt; ein verfallenes Bergschloß krönt ihren Scheitel, über das die Pinie den dunklen Schirm gegen die Sonnengluth ausbreitet; zu seinen Füßen lagert sich das Fischerstädtchen mit den bunt bemalten Häusern und dem wohllautenden Namen, der klassische Erinnerungen wachruft; lind und schmeichelnd küßt die dunkelblaue Fluth den Fuß des mit Oelbäumen bewachsenen Vorgebirges; größere und kleinere Felsblöcke durchbrechen ihren Spiegel, als hätten Cyclopen sie bei ihren Spielen zerstreut; von den Gärten des Gestades weht der Wind liebliche Düfte herüber; träumerisch rauschen die Wellen, wie eine leise verklingende Melodie. So mag das Meer ausgesehen haben an jenem Tage, da seine Tochter, die Göttin der Schönheit, aus seinem Schaume emporstieg. Dann lockt es, die Kleider abzuwerfen und der lauen Fluth sich anzuvertrauen, um die Schmuckgewächse heraufzuholen, welche dieselbe zärtlich zu hegen und zu pflegen scheint. Die Strandlinie ist von einem smaragdgrünen Gürtel von Meersalat (Ulva) und Nixenhaar (Enteromorpha) eingefaßt; einige Schritte tiefer wölbt der Pfauenwedeltang (Padina Pavonia) sein weißliches Schneckenlaub (siehe Abbildung S. 356 und Schlußvignette S. 387);

an jenem Felsen wiegt sich die korallrothe Reiherfeder der Dasya; dort sproßt ein Ceramiumbusch, dessen zarte, tausendfach verästelte Zweige einem Büschel der feinsten, rothen und weißen Perlenschnürchen gleichen. Jetzt läuft eine Schnecke mit unnatürlicher Hast über den Grund; bei genauerem Zusehen bemerken wir, daß sie von einem räuberischen Gast, einem Einsiedlerkrebs in Bewegung gesetzt wird, der sich des leerstehenden Hauses bemächtigte; auf der Schale wurzelt an langen Stielen ein Dutzend der zierlichsten weißen Sonnenschirmchen; es sind Acetabularien, welche kleinen Hutpilzen gleichen. Weiter unten breiten die Cystosiren ihr schwarzbraunes Buschwerk aus, welches im Sonnenschein in bläulichem Metallglanz schillert und in dichter Belaubung an Rainfarn oder Heidekraut erinnert. Blumen freilich suchst du vergeblich in dieser verzauberten Landschaft; doch nein — an jenem Steinblock entfaltet sich jetzt ein ganzes Blumenbeet prächtiger Passifloren, schöner, als du sie je auf Erden gesehen; eine jede breitet aus purpurnem Kelche hunderte von roth und grün gesprenkelten Strahlenfäden aus. Wenn du eine von ihnen zu pflücken strebst, ist die holde Phantasmagorie verschwunden; gestaltlose Schleimmassen kleben an deinen Fingern; es war eben nur eine Thierblume, eine Seeanemone. So lockt das Meer uns weiter und tiefer in seinen Schooß; je weiter wir hinabtauchen, desto schönere Beute verheißt es uns; wir haben bereits Stunden lang uns im Wasser umhergetummelt, ohne es zu bemerken, und nur die mit unserer Beute überfüllte Pflanzentrommel mahnt uns endlich zur Heimkehr.



Acetabularia mediterranea.
Mittelmeer. Nat. Gr.
Der grüne, hutpilzähnliche Thallus ist mit weißem Kalk inkrustirt.
Photographirt nach der Natur von Krull.



III.

Andere Orte, andere Sitten. An den Gestaden des Oceans und der Nordsee läßt die Welle, welche mit nimmer rastender Wuth an den Kieseln des Strandes, wie der gefangene Tiger an den Stäben seines Käfigs auf- und abläuft, nur selten ihre Schätze so leichten Kaufes sich entreißen. Dafür zieht sich das Meer zweimal täglich freiwillig von seiner Küste zurück und entblößt seinen Busen vor den neugierigen Blicken des Forschers. Dann liegen trocken die früher überflutheten Felsblöcke, welche mit grünem Meerampfer bewachsen oder mit der Purpurhaut der Porphyren überklebt sind; die Seeeicheln und Patellen, die auf den Steinen festgeankert liegen, verkriechen sich in ihre marmornen Gehäuse, die Miesmuscheln schließen ihre schwarzen Schalen. Nur vereinzelt zwischen den Steinen bleibt hier und da eine Salzpfütze zurück, in welche die unvorsichtigen Geschöpfe sich hineinretten, die bei der allgemeinen Flucht sich nicht rechtzeitig der großen Armee angeschlossen; Krabben und Meerteufel warten hier auf bessere Zeiten, verborgen unter dem röthlichen Gebüsch zierlicher Florideen oder den braunen Lederschuppen keimender Fukus und Laminarien. Weiter und weiter zieht das Meer sich zurück; die olivengrünen Tangwiesen, über deren stolz fluthendes Laubwerk noch vor wenig Stunden das Boot hinweg-glitt, liegen jetzt auf dem Trockenen, schlaff und verschmachtend, als verzweifelten sie, daß das Meer je wieder ablassen würde von seiner

rückwärts gewendeten Strömung. Nun liegt es da in ungewohnter Stille; kein Wind kräuselt seinen Spiegel. Aber siehe — mit einem Male rollt eine Welle herauf über die weite Fläche; eine zweite folgt; schon netzt das Wasser wieder den Fuß des zu weit vorgedrungenen Sammlers; das Meer kehrt rauschend zurück, als sehne es sich, seinen verlassenen Kindern Erlösung zu bringen. Jetzt fließen die vereinzelten Teiche wieder zusammen, die welkenden Tange richten sich auf, und es ist auch für uns Zeit, an den Rückzug zu denken, ehe die immer höher emporsteigende Fluth ihn uns abschneidet. In seltenen Stunden, wenn lang anhaltende Landwinde mit großen Springzeiten zusammentreffen und das Wasser weiter als gewöhnlich zurücktreiben, dann öffnet das Meer seinen verschlossenen Schooß auch weiter als sonst, und dann mag man wohl trockenen Fußes über untermeerische Riffe hinwegschreiten, die sonst von unzugänglicher Brandung umtost sind, und den fabelhaften Geschöpfen der Tiefe, Seesternen und Seeigeln, Quallen und Tintenfischen in ihren geheimnißumhüllten Wohnungen Besuch abstatten. Dann freilich gilt es, die Gunst des Augenblicks eilig wahrzunehmen; wie im alten Märchen der Berg nur zu einer gewissen Stunde sich spaltet, und dem Glücklichen, der sie kennt und abwartet, seine verborgensten Schätze aufthut, so auch das Meer; wer die rechte Stunde versäumt, findet seinen Schooß schon wieder verschlossen und wird ihn vielleicht niemals mehr geöffnet sehen.

Die reichste Beute freilich wälzen die Stürme dem Sammler zu. Dann erst zeigt sich das Meer in seiner ganzen Glorie, wenn es uns vergönnt ist, von sicherer Klippe aus dem tollen Wettlauf zuzuschauen, in dem die windgepeitschten Wogen dem Lande zustürmen. Das sind die Wellenrosse des Poseidon, eine edle Rasse! Hoch heben sie den stolzen Hals über die dampfende Wasserfläche; weit hinter ihnen flattern in kühnen Bogen die weißen Schaummähnen, die im Sonnenlicht wie Regenbogen erglänzen; Geifer schäumt aus ihren Nüstern, phosphorischer Glanz sprüht aus ihren

Augen. Je näher der Küste, desto mehr beflügelt sich ihre wahnsinnige Eile; die Erde erdröhnt unter ihrem Ansturm; der Grund wird aufgewühlt von ihren Hufen. Schon hat der erste der wilden Renner den Strand fast erreicht; ein zweiter, dritter folgt ihm auf dem Nacken; hoch auf bäumt sich der vorderste; jetzt überstürzt er sich, und an den Felsen des Strandes zerschmettert, zerschellen in Staub seine stolzen Glieder. Jetzt kommt der zweite herangerast, steigt und überstürzt sich wie jener, und noch tausendmal wiederholt sich unter dem Donner der Brandung das schrecklich schöne Schauspiel.

Quidquid delirant reges, plectuntur Achivi.[3]) Wenn Alles vorüber, gleicht der Strand einem Schlachtfeld; er ist bedeckt von Millionen Seegewächsen, welche auf der Wahlstatt sich ihres stillen Lebens freuten und nun dem Riesenkampf der Elemente als unschuldige Opfer gefallen sind; ihre zarten Glieder liegen verstümmelt auf den Kieseln, ihre fluthenden Haare sind zerzaust: Fukus, Seegras, Laminarien, Florideen zu ganzen Bänken aufgethürmt; zwischen ihnen die Leichen gescheiterter Delphine und Seesterne, Schiffstrümmer, Quallen, Muscheln, Alles wirr durch einander geworfen. Nun mag der Forscher das Leichenfeld durchwühlen; er wird zwischen dem gemeinen Seeunkraut manchen seltenen Fund thun, der in purpurner Finsterniß verborgen, nun doch ans Licht der Sonnen gekommen ist. Aber er mag sich mit seinen Nachforschungen beeilen; denn bald breitet sich über die ungeheure Todtenstätte der Hauch der Verwesung, welcher die ganze Gegend verpesten würde, wenn nicht mit der nächsten Fluth das Meer die Leichen seiner Kinder wieder zurückholte, die in demselben Element, das ihnen Wiege und Heimath gewesen, nun auch ihr Grab finden.



Zoologische Station in Neapel.

IV.

Wer aber das verborgene Leben der Tiefe von Grund aus erforschen will, der darf sich nicht an dem zerriebenen und zerfetzten Auswurf des Meeres, noch an der zufälligen Ausbeute der Strandspaziergänge genügen lassen; er muß dem Austerfischer die Kunst ablernen, mit dem Schleppnetz den Boden des Meeres abzusuchen. Nur wenigen Naturforschen war es bisher vergönnt, an einer jener großen Expeditionen theilzunehmen, wie sie seit vier Jahrzehnten zur Erforschung der Hoch- und Tiefsee ausgesendet wurden; aber hohen Genuß gewährt es schon, auch nur auf einen Tag in einer Dampfjacht hinauszufahren in die weite blaue See oder in stiller Bucht zwischen malerischen Inseln zu kreuzen und das seltsame Leben heraufzuholen, das, von zwanzig bis fünfzig Meter Wasser bedeckt, für immer sich vor dem neugierigen Spürauge des Menschen gesichert glaubte. Dann wird das Schleppnetz über Bord geworfen, dessen Beutel aus engen Ringen zusammengekettet und von schwerem Eisenrahmen ausgespannt ist; langsam versinkt es in den Abgrund, während das Drahtseil, an dem es befestigt ist, sich rasselnd von der Winde abrollt. Wenn dann das Boot in die Meeresoberfläche seine Furche einschneidet, wird gleichzeitig das Netz auf dem Boden fortgezogen und reißt alles, was vor die messerartige Schneide seines Rahmens kommt, in seinen Beutel hinein. Ein

Wink des Kapitäns: die Dampfwinde zieht das Seil in die Höhe, das Netz wird wieder über Wasser sichtbar; eine Lucke am Schiffsbord wird umgeklappt und als Tisch eingerichtet, und der Inhalt des Netzes unter allgemeiner Spannung ausgeschüttet. Die beste Ausbeute fällt freilich den Zoologen zu. Da krabbelt und wimmelt es von Seerosen, Seesternen, Seeigeln, von Würmern und Krabben, hier und da zeigt sich ein wunderlicher Fisch oder eine plumpe Muschel, die Schlangensterne mit langen brüchigen Armen suchen sich durch die Flucht zu retten.

Doch auch dem Botaniker fällt ein bescheidenes Theil zu; denn an den Steinen sitzen seltene Seetange zwischen fleischigen Schwämmen und sparrigem Gestrüpp von Blumen- und Moospolypen, und selbst der schwarze oder graue Schlamm, der die Beute der Tiefe einhüllt, birgt die auserlesensten mikroskopischen Pflanzengebilde. Haben wir endlich glücklich nach Hause gebracht, was wir im Meere und am Strande gesammelt, so beginnt die ernstere Arbeit, die gemachte Beute zu ordnen und zu beobachten, und „was ihr Nam' und Art, zu erfragen". Zu diesem Zwecke werden alle Räume unserer Wohnung in Beschlag gelegt, alle Eimer, Schüsseln, Gläser, Tassen, die wir auftreiben können, mit Seewasser gefüllt und unsere Pflanzen, jede Art besonders, hineingethan.

Bei weitem leichter und erfolgreicher wird die Arbeit, wenn die wissenschaftlichen Hülfsmittel einer zoologischen Station uns zu Gebote stehen, wie sie seit dem Jahre 1872 durch die aufopfernde Energie von Anton Dohrn mit der Unterstützung des Deutschen Reiches und anderer Regierungen in dem stattlichen Bau der Villa nazionale am Meeresufer von Neapel errichtet wurde. Ein eigener Dampfer mit eingeübter Bemannung sammelt auch für den Botaniker die Seltenheiten aus der Flora des schönen Golfs; in großen Seeaquarien finden dieselben eine zusagende Unterkunft, wo sie unter den Augen des Forschers sich in natürlicher Frische entwickeln können; diesem werden auf seinen Arbeitstisch alle die

feinen Hülfsmittel der modernen mikroskopichen Technik, in der reichen Bibliothek die vollständige Literatur zur Verfügung gestellt. Die glänzenden Erfolge, welche die zoologische Station von Neapel in ihren Veröffentlichungen für die Kenntniß des Mittelmeeres und seiner Bewohner ans Licht gefördert, haben Anregung gegeben, daß auch an den Küsten des österreichischen Litorals, von Frankreich, England, Norwegen, Nordamerika ähnliche Stationen, wenn auch zumeist in bescheidenerem Maßstabe, gegründet wurden; auch das Deutsche Reich hat 1892 eine biologische Station auf der neu gewonnenen Insel Helgoland errichtet, welche nicht bloß der Wissenschaft, sondern auch der Hochseefischerei Dienste zu leisten verspricht. Gestützt auf die so gewonnene Kenntniß können wir es jetzt versuchen, einen Ueberblick von dem Pflanzenleben zu gewinnen, das in den Wäldern und Wiesen des Meeres emporsproßt.

V.

Als die waltenden Götter die Welt unter sich vertheilten, da erhielt Zeus Himmel und Erde zum Eigenthum, Pluton erwählte sich die Unterwelt, Poseidon aber das Meer. Als sie nun daran gingen, ihre Reiche zu beleben und zu verschönen, da erschufen sie die Pflanzen. Zeus verhüllte die nackten Glieder der Erde mit dem bunten Teppich der Blumen und Kräuter; Pluton ließ das giftige, lichtscheue Reich der Pilze und Schwämme aus der Verwesung hervorgehen; Poseidon brachte die Algen hervor.

Wir wissen aus Homeros und Vergilius, daß der schwarzlockige Erderschütterer zwar jähzornig und aufbrausend, im Grunde aber ein schwerfälliger, etwas beschränkter Kopf gewesen. Von den Frauen seines Hauses, deren zarterer Phantasie wir wohl einen Hauptantheil an der Schöpfung der Meeresflora zuschreiben dürfen, spricht der pietätlose Heinrich Heine — beiläufig bemerkt, der einzige deutsche Dichter, der das Meer wirklich geliebt und zu schildern verstanden hat — noch schlimmer; er nennt die weißarmige Am=

phitrite ein plumpes Fischweib und dumm die schönen Töchter des Nereus.

Nun — wenn wir des Künstlers Talent nach seinen Werken beurtheilen dürfen, so ist die Phantasie der Meeresgötter weder eine sehr kühne, noch eine sehr reiche gewesen. In den Pflanzen des Meeres zeigt sich nicht jene unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Stoffe, Formen und Farben, wie sie aus der Blumenwelt der Erde, den Erzeugnissen einer genialeren Gestaltungskraft hervorleuchtet; wir suchen hier vergeblich jene tausendgliederige Stufenleiter der Organisationen, die von den einfachsten Pilzen, von Moosen und Farnkräutern zu Palmen, Orchideen, Rosen und Mimosen aufsteigt. Die vollkommenere Welt der Blüthenpflanzen (Phanerogamen), die auf dem Festlande in so zahlreiche, durch einander geschlungene Verwandtschaftskreise sich gliedert, ist — mit Ausnahme des Seegrases und weniger ähnlicher Gewächse aus den niedersten Familien — im Meere gar nicht vertreten.[4]) Alle Meerespflanzen gehören zu einer und derselben Klasse, zu den Algen oder Tangen; sie erzeugen weder Blüthen noch Früchte noch Samen, sondern pflanzen sich nur durch staubfeine Keimzellen, mikroskopische Sporen fort; sie sind daher Sporenpflanzen oder Kryptogamen. Auch sind bei ihnen weder Wurzeln noch Stengel noch Laubblätter als selbstständige Glieder mit gesonderter Funktion ausgebildet; ihr Körper ist ein ungegliederter Thallus; sie stehen auf der untersten Stufe pflanzlicher Entwickelung, die nur innerhalb beschränkter Grenzen auf- und niederschwankt; sie bilden das Reich der Thallophyten, das außer ihnen nur noch die Pilze und Flechten umfaßt.

Die moderne Naturwissenschaft hat die Lehre angenommen, die einst Thales von Miletos, vielleicht im Anschluß an semitische Schöpfungsgeschichten, ausgesprochen: das Wasser ist die Mutter der Dinge. Am Anfang war das Meer, ein warmes, salzreiches, tropisches Meer, ehe noch Festland war; das Leben ist aus dem Meere hervorgegangen. Noch bewahren die ältesten Gesteine der

silurischen Formation Reste der ersten unvollkommensten Pflanzenformen: sie sind sämmtlich Meeresalgen. Es war dies das Zeitalter, wo die gesammte Flora der Erde ein einziges Thallophytenreich bildete; die Nachkommen jener Uralgen, welche die Meere der Gegenwart bewohnen, haben sich kaum über die niedersten Stufen pflanzlicher Gestaltung zu erheben vermocht; ihre weitere Fortbildung kam erst seit der devonischen Zeit auf dem Festlande zu Stande.[5])

Der Thallus der Algen erscheint dem bloßen Auge bald als ein unbestimmtes Fadengewirr, bald als krustiges Polster oder als gleichartiges Ast- oder Laubwerk. Fassen wir den Algenthallus als Zellenstaat, so steht derselbe auch von diesem Gesichtspunkte aus auf der niedersten Stufe der Organisation. Die Theilung der Arbeit, von der die Vollkommenheit der Arbeitsleistungen bedingt wird, ist im Algenthallus noch gar nicht durchgeführt, oder sie steht in den allerersten Anfängen; alle Zellen sind gleichförmig gestaltet und haben gleiche Verrichtungen; höchstens sind die außen an das umgebende Element angrenzenden Zellen von den im Innern abgeschlossenen verschieden und stellen sich als eine Art Rinde dem inneren Mark gegenüber.[6]) Ihr einfacher Bau vermag keinen jener verschiedenartigen Stoffe hervorzubringen, wie sie — hier süß, dort sauer, hier giftig, dort heilkräftig, hier scharf, dort kühlend, hier duftend, dort berauschend — die Pflanzen des Festlandes in ihren vollkommeneren Geweben oft aus demselben Boden und unter derselben Sonne zu bereiten wissen; alle Algen sind schleimig oder lederartig, so lange sie leben, häutig, faserig, knorplig oder hornartig, wenn sie getrocknet sind. Nie erheben die Algen des Meeres sich zu jener edleren, ich möchte sagen, vergeistigten Schönheit, wie sie die Pflanzen der Erde in den geschlossenen Kreisen ihrer Blumen entfalten; nie wird eine Alge gleich der Rose als liebliche Botin dienen können, durch die ein sinniges Gemüth seine Empfindungen kund thut.

Diese Einförmigkeit und Unvollkommenheit der Meeresflora entspricht den ungünstigen Bedingungen, unter denen das Pflanzenleben im Meere sich entwickelt. Festgewurzelt im Meeresboden, wie die Landpflanzen im Erdboden, ist den Algen das Wasser nur eine Art dichterer Atmosphäre, durch die ihnen das Licht der Sonne zuströmt und aus der sie gleichzeitig ihre anorganischen Nährstoffe beziehen; ihre Lebensaufgabe ist, durch die Arbeit ihrer Zellen aus dem Seewasser jene organischen Verbindungen zu bereiten, aus denen sie ihre eigenen Körper aufbauen. Aber dies vermögen sie, wie alle Pflanzen, nur dann, wenn die Strahlen der Sonne ihre Kräfte auf sie einströmen. Nun ist allerdings das Meerwasser außerordentlich durchsichtig, und die Sonnenstrahlen dringen in dasselbe weit tiefer ein, als in das der Flüsse und Seen, das durch fein vertheilte Schlammflöckchen stets getrübt ist. Aber auch im Meerwasser wird Licht verschluckt; wenn der Naturforscher Forel fand, daß photographisches Papier im Genfer See schon in der Tiefe von 50 Meter nicht mehr geschwärzt wird, so dringen im Meere selbst die am weitesten in den Abgrund fortschreitenden photochemischen Strahlen nicht über 460—500 Meter ein; schon in weit geringerer Tiefe herrscht im Meere ewige Nacht. Auch die wärmenden Strahlen der Sonne dringen nicht weit in die Tiefe; bei 1000 Meter hat das Meer unter allen Breiten, selbst unter dem Aequator, eine Temperatur von 4,4° C., und bei 3500 Meter steht es auf dem Gefrierpunkt. Da aber das Meer im Durchschnitt 3500 Meter tief ist,[7]) so begreifen wir es, daß die Algen, deren Leben an Licht und Wärme gebunden ist, nur da leben können, wo der Boden nicht allzutief unter den Meeresspiegel herabsinkt; schon bei fünfzig Meter wird der Grund verödet; tiefer als 400 Meter werden in der Regel größere Algen überhaupt nicht mehr gefunden. Auf einen schmalen Gürtel, welcher den Strandlinien der Kontinente und Inseln parallel läuft und sich nicht über 150 Seemeilen von den Küsten entfernt, ist die Meeresvegetation eingeschränkt, so weit sie dem bloßen Auge sichtbar

wird; die ungeheure Ausdehnung der hohen und der tiefen See stellt sich unserem Blick als eine pflanzenleere Wüste dar.

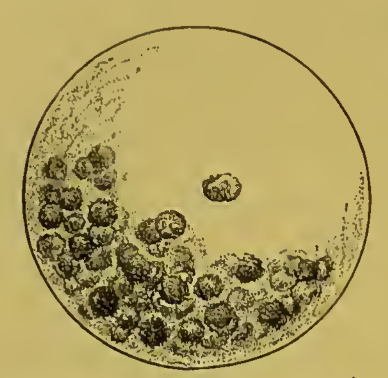
Günstigere Bedingungen findet die Welt der Thiere im Meere; da ihre Ernährung vom Lichte unabhängig und ihnen außerdem freie Beweglichkeit gegeben ist, so steht ihnen die ganze Breite und Tiefe des Oceans zu Gebote: von der wellenbewegten Oberfläche bis in den eiskalten schwarzen Abgrund, in welchen die höchsten Berge der Welt versenkt werden könnten, ohne daß ihre Gipfel über dem Wasser sichtbar würden. Dazu kommt, daß die Fauna des Meeres keineswegs an derselben Einförmigkeit leidet wie seine Flora; im Gegentheil, das Meer ist weit reicher als das Festland; denn im Ocean sind nicht nur alle Klassen der Landthiere vertreten, von den mikroskopischen Urthierchen oder Protozoen bis zu den riesigsten Säugethieren; sondern das Meer hat auch schon in der Urzeit eine ganze Anzahl eigenthümlicher Thierformen entwickelt, die dem Festlande gänzlich fehlen: Polypen und Quallen, Seesterne und verschiedene Ordnungen der Würmer, Krebs- und Muschelthiere.

VI.

Gleich wie mancher Künstler, was ihm an Fülle originaler Ideen abgeht, durch Reichhaltigkeit und Sorgfalt in der Ausarbeitung zu ersetzen sucht, so auch die Meeresflora. Allerdings sind alle Algen nur Variationen eines und desselben einfachen Themas; dafür sind aber die 600 Variationen, die als Geschlechter, und die mehr als 6000 Modulationen, die als Arten der Algen unterschieden werden, sämmtlich so sauber ausgeführt, daß die Pflanzenwelt des Meeres, obwohl einfach in ihrer Gesammtanlage, doch im Einzelnen ebenso mannigfaltig und vielleicht noch zierlicher ist, als die des Festlandes.

Die ersten Pflanzen, die im Urmeer ins Leben traten, haben wir uns ähnlich jenen millimetergroßen grünen Kugelzellen (Halo-

sphaera viridis) vorzustellen, welche noch heutzutage die warmen Meere der Tropen von der Oberfläche bis zu 200 Meter Tiefe erfüllen und, im Ruhezustand in den nachtdunklen Abgrund niedersinkend, selbst noch in Tiefen von 1000—2000 Meter aufgefischt worden sind. Die Stufen der Leiter, auf der die Pflanzenwelt von diesen einfachsten Anfängen zu ihren vollkommensten Gestaltungen emporstieg, lassen sich noch jetzt unter den Formen der Meeresalgen verfolgen.



Halosphaera viridis in Sporenbildung. Hochsee. Vergr. 200 mal. Nach Schütt.

Die Kugelzelle verlängerte sich in einen Schlauch, dessen eines Ende abwärts in den Bodenschlamm des Meeres sich einbohrte und, um festeren Halt gegen die Bewegungen der Wellen zu gewinnen, hier in krallenförmige Auszweigungen aussproßte; dem Lichte entzogen, verloren diese bald ihre grüne Farbe. Das andere Ende wandte sich aufwärts dem Lichte entgegen, das in ihnen die Lebensstoff erzeugenden Kräfte erregte, und sproßte fiederartig in grüne Verzweigungen aus (Bryopsisform); diese



Caulerpa peltata. Tropische See. Riesenzelle mit wurzel-, stengel- und blattartigen Auszweigungen. 1/2 nat. Gr. Photographirt nach der Natur von Krull.

verbreiterten sich, um die lichteinsaugende Fläche zu vergrößern, laubartig; so entstand die Caulerpaform, die auf dem Grunde der tropischen Meere eine wiesenähnliche Vegetation bildet. Nunmehr konnte die Zelle zu bedeutender Größe heranwachsen, und indem sie ihre verschiedenen Regionen für verschiedene Lebensthätigkeiten anpaßte, den weithin im Bodenschlamm kriechenden Auszweigungen die Funktion von Wurzeln, den zum Lichte hingewendeten Sprossungen die von Blättern zutheilen.[8])

Aber eine vollständigere Arbeitstheilung und mit dieser eine höhere Stufe der Organisation konnte erst erreicht werden, als die mikroskopische Keimzelle der Alge sich in zwei Kammern theilte, diese in vier, diese in acht Abtheilungen und so fort ins Unendliche. Auf diesem Wege entwickelte sich der Thallus der vielzelligen Algen, zu denen die ungeheure Mehrzahl der Meerespflanzen gehört. Je nachdem die Kammern in einfacher Reihe hinter einander gestellt, oder wie die Felder des Schachbretts neben einander gelagert, oder wie die Fasern eines Gewebes unter einander verflochten, oder wie die Steine in einem Mauerwerk allseitig mit einander verbunden sind, entwickelte sich die Alge bald zur Fadenform der Konferven, bald zur Haut der Ulven, bald zu den mannigfaltig gestalteten Körperformen der Seetange. Waren anfänglich sämmtliche Kammern gleich gebaut und für dieselben Thätigkeiten eingerichtet, so bildeten sich bald Verschiedenheiten aus, indem die Fortpflanzung auf bestimmte Stellen des Thallus sich einschränkte, die sich zu Fruchtzweigen entwickelten; auch die Thätigkeiten der Ernährung vertheilten sich in stufenweiser Fortentwickelung auf solche Gestaltungen, in denen die vollkommenere Pflanzenwelt des Festlandes sichtlich vorbereitet wird.

Wenn diese in ihren Blüthen alle Farben des Regenbogens sich angeeignet hat, so besitzt die Flora des Meeres nur drei Farben auf ihrer Palette: grün, roth und braun; schwarz und weiß, gelb und orange, blau und violett hat das Meer nur in den Färbungen

seiner Thiere verwendet. Alle Algen enthalten Chlorophyll, den nämlichen Farbstoff, dem Gras und Laub ihr Grün verdanken. Wir wissen, daß das Licht der Sonne nur dann die Kraft gewinnt, aus Kohlensäure und Wasser die als Zellenbaustoffe dienenden Kohlenhydrate und dann weiter lebendiges Protoplasma zu erzeugen, wenn es eine mit Chlorophyll erfüllte Pflanzenzelle durchleuchtet; darum eben sind ja auch alle Pflanzen grün. [9])

Gleichwie das Blut der Thiere eine an sich wasserhelle Flüssigkeit ist und seine rothe Farbe den zahllosen, darin schwimmenden Blutkörperchen verdankt, die selbst ebenfalls farblos, aber von rothem Blutfarbstoff durchtränkt sind, so stammt auch das Grün der Pflanzen von Farbstoffträgern oder Chromatophoren, die wie Körnchen, Plättchen oder Bänder gestaltet und von dem grünen Farbstoff des Chlorophylls durchdrungen, bald in größerer, bald in geringerer Zahl im farblosen Zellenleib eingebettet sind. Doch nur ein kleiner Theil der Meeresalgen enthält reines Chlorophyll und trägt daher das grüne Gewand des Laubes; bei der größeren Zahl ist in den Farbstoffträgern dem Chlorophyll noch eine zweite Begleitfarbe gesellt, die das Grün mehr oder weniger verdeckt und eine gemischte Färbung des Thallus hervorruft: Karminroth in den Rothalgen oder Florideen, Goldbraun in den Braunalgen oder Phaeophyceen, Blau in den spangrünen Blaualgen oder Kyanophyceen. [10])

Von allen Geschöpfen halten die Algen am meisten auf Farbe; auf dem Festlande verschmäht es die Rose nicht, das Braun des Stengels mit dem Grün der Blätter und dem Roth der Blume zu verbinden; die Alge des Meeres kleidet sich in eine und dieselbe Farbe vom Scheitel bis zur Zehe, und selbst die staubfeine Keimzelle ist schon genau ebenso gefärbt wie das Gewächs, zu dem sie sich entwickeln wird. Wie einst die Bürger des alten Byzanz, so zerfallen auch die pflanzlichen Bewohner des Meeres in drei Klassen, die Grünen, die Braunen und die Rothen, die nicht nur durch Gestalt, Bau und Entwickelung sich von einander scheiden, sondern auch

in ihren Wohnplätzen sich zu isoliren suchen; wir können schon mit bloßem Auge am Strande den dreifarbigen Gürtel unterscheiden, mit dem die Algenwelt den schwellenden Busen des Meeres umspannt.

Die Grünen sind die niedersten und einfachsten unter den Geschlechtern des Oceans; es ist ihnen auch das oberste Stockwerk des Meerpalastes, dem Himmel am nächsten, zugewiesen. Mögen dieselben in feinhaarigem Fadengewirr auf den Steinen des Strandes wuchern, wie die Chaetomorphen, oder in buschiger Verzweigung fluthende Büschel oder grüne Bälle bilden, wie die Kladophoren, oder als smaragdgrüne, laubartige Häute auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, wie der Seeampfer und der Meersalat (Phycoseris, Ulva), oder darmartige hohle Röhrchen bilden, wie die Enteromorphen: nie verleugnen sie ihre nahe Verwandtschaft mit den plebejischen Algengeschlechtern, welche in den Teichen und Gräben des Binnenlandes angesiedelt sind.



Cladophora glaucescens.
Norwegen. $^1/_3$ nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Die Braunen und die Rothen dagegen bilden die Aristokratie des Meeres, welche außerhalb desselben sich nicht blicken läßt.[11]) Die Braunen bewohnen zumeist das zweite Stockwerk, wo sie mit Ebbe und Fluth, mit Wellen und mit Stürmen in stetem Kampfe leben, denen sie, am Felsgrund festgewurzelt, durch ihre zähen Lederkörper und ihre reckenhaften Gestalten Trotz zu bieten wissen; die zärtlicheren Rothen ziehen sich meist in die stilleren Tiefen zurück. Nur wenige unter den braunen Algen bleiben in bescheidenen Größen: so die Ektokarpen, welche von den grünen Kladophoren nur durch die braune Farbe ihrer Fadenbüsche sich unterscheiden; spannenlang

sind der Gabeltang (Fastigiaria), dessen schlanke, walzenförmige Glieder in regelmäßig wiederholter Gabeltheilung eine umgekehrte Pyramide aufbauen, der Meerfarn (Haliseris), der unserem Tüpfelfarn, der Kranzast (Cladostephus), der dem zierlichsten Astmoose nachgebildet scheint, und der Pfauenwedeltang (Padina Pavonia), der einem mit konzentrischen Gürtelbändern gezierten Fächer gleicht.



Fastigiaria fasciculata.
Nordsee. ½ nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Die Mehrzahl unter den Geschlechtern der Braunen sind strauchartig. An den flachen Küsten der nordischen Meere ist der Grund mit braunem niederigem Gebüsch bewachsen; hier ist das Reich der Fukusarten. Dicht an einander gedrängt nisten auf den meerumspülten Felsblöcken die olivenbraunen Herden des Blasentang (Fucus vesiculosus), gleich fingerbreiten Riemen, die gabelig verzweigt und stellenweise zu lufthaltigen Blasen auf-



Padina Pavonia. Pfauenwedeltang.
Mittelmeer. ½ nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

gebläht sind. Bei weitem schmäler ist der bandartige Thallus des Knotentang (Fucus nodosus), um so stärker springen die eiförmigen Schwimmblasen an ihm hervor; bei dem Schotentang (Fucus sili-



Fucus (Ascophyllum) nodosus. Knotentang.
Nordsee. 1/1 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Fucus (Halidrys) siliquosus. Schotentang.
Nordsee. 1/3 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

quosus) gleichen diese länglichen Senfschoten. Dem Sägetang (Fucus serratus) fehlen die Schwimmblasen: der Rand des bandförmigen Thallus ist in scharfen Zähnen eingeschnitten, gleich einer Säge (vergl. S. 358).

Während im Norden die Fukuswiesen so üppig wuchern, daß

die Strandbauern zur Zeit der Ebbe ganze Wagenladungen abmähen, um sie als Dünger über ihre Felder zu verstreuen oder zu jod- und sodareicher Asche (Kelp, Goëmon) zu brennen, sind sie im Süden verschwunden; das Mittelmeer ist die Heimath der Cystosiren, deren Tracht an krauslaubigen Beifuß oder feinnadeliges Erikagebüsch erinnert.



Fucus serratus. Sägetang.
Nordsee. 1/4 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

In den tropischen Meeren erscheinen die Sargassumarten; in ihnen hat der Algenthallus seine höchste Entwickelung erlangt; ihre reich verästelten Stengel sind, wie in der ganzen Fukusfamilie, mit Haftscheiben auf dem Felsengrund festgesaugt und treiben flache, am Rande gezähnte oder gebuchtete, blattartige Auszweigungen, welche an Weiden- oder Eichenlaub erinnern; in ihren Achseln sitzen rundliche, beerenähnliche Schwimmblasen. An den Küsten des Mexikanischen Meerbusens und der Westindischen Inselwelt ist der Beerentang (Sargassum bacciferum) heimisch; seine leicht abbrechenden Aeste werden von der Brandung beständig losgerissen und durch den Golfstrom in jenem großen stromlosen Wirbel zwischen den Azoren und den Bermudas unter 20°—30° N. Br. zusammengespült, welcher seit des Columbus Zeiten mit dem Namen

des Sargassomeers bezeichnet wird; lebhaft kontrastirt mit dem tiefen Indigoblau der See das goldige Olivengrün der unzähligen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Tangbüschel, welche zahllosem Seegethier erwünschte Nahrung geben. Aehnliche schwimmende Sargassowiesen sind auch im Norden des Stillen Oceans beobachtet worden.[12])



Sargassum bacciferum. Beerentang. Sargassosee. $^{3}/_{4}$ nat. Gr. Photographirt nach der Natur von Krull.

Während der flache Meeresgrund der gemäßigten und der heißen Zone zumeist nur das niedrige Gebüsch der Fukus- und Sargassumbänke trägt, erwachsen in der kalten Zone die braunen Algen zu baumartigen Gestalten, bilden phantastische Wälder, die im Herbst ihr braunes Laub abwerfen, wie die des Festlandes. Bereits in der Nordsee begegnen wir den mächtigen Laubmassen der Laminarien; bis zu zwanzig Meter Tiefe umkrallen sie mit fingerdicken Wurzelverzweigungen so fest die Steine des Meeresgrundes, daß die heftigsten Stürme sie nicht loszureißen vermögen, bevor sie nicht den Fels abgebröckelt, an dem sie sich festklammern. Auf hohem holzigem Stiele schwenkt die eine Art einen gewaltigen vielspaltigen Fächer, ähnlich dem Wedel einer Latanie (Laminaria digitata); im Frühjahr wird dieser abgestoßen und durch eine neue Blattfläche ersetzt, die zwischen dem Stiel und dem vorjährigen Wedel hervor-

sproßt und später in fingergleiche Zipfel zerreißt. Eine andere Laminarienart läßt ein handbreites, am Rande wellig gekräuseltes, olivenbraunes Band drei bis sechs Meter lang stolz dahinfluthen (Laminaria saccharina); noch größere Arten bewohnen das Nördliche Eismeer, wo ihre zuckerreichen Gewebe den Eskimos eine erwünschte Leckerspeise bieten. Einen wunderlichen Anblick gewährt an Grönlands Küsten eine Verwandte der Laminarien, Agarum, einem riesigen Kohlblatte ähnlich, dessen Fläche siebartig von zahllosen Löchern durchbrochen ist. Aber die Laminarien sind doch nur Zwerge gegen die gigantischen Familienglieder, die in den nebelreichen Buchten des nördlichen Großen Oceans zu beiden Seiten der Behringsstraße ihr olivenfarbenes Blattwerk entfalten. Hier breitet die Nereocystis auf dem Meeresspiegel ihre Palmenkrone aus, die aus zehn Meter langen



Laminaria (digitata) Clonstoni.
Nordsee. $^1/_{15}$ nat. Gr.
Unterhalb des vorjährigen fächerpalmartigen Laubes (a) entwickelt sich an der Spitze des Stieles eine neue Laubfläche (b), die sich fingerförmig spaltet.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Schwertblättern zusammengesetzt, von einer zwei Meter großen Schwimmblase an die Oberfläche gehoben und gleich einem fliegenden Drachen durch einen hundert Meter langen Bindfadenstiel auf dem



Agarum Turneri.
Grönland. $^1/_8$ nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Meeresgrunde festgehalten wird. Der Leviathan der Pflanzenwelt aber ist der Birnentang (Macrocystis pyrifera) am entgegengesetzten Ende der Erde in den außertropischen Meeren der südlichen Erdhalbkugel; der daumendicke Stengel steigt aus der Tiefe des Meeresgrundes, in dem er wurzelt, 100, ja 200—300 Meter lang in

schiefer Richtung bis zur Oberfläche, emporgehoben durch birnförmige Schwimmblasen, die am Grunde der finger- bis handbreiten, bis zu zwei Meter langen, hellbraunen Blätter entspringen;[13]) das



Macrocystis pyrifera. Birnentang.
Antarktische See. $^1/_6$ nat. Gr.
Der jüngste Abschnitt (a) läßt erkennen, daß die scheinbaren Blätter und Stengel durch Spaltung des Thallus entstehen.
Photographirt nach der Natur von Krull.

sind Wälder, welche die höchsten Waldbäume der Erde, die kalifornischen Wellingtonien und die australischen Eukalypten noch um das Doppelte überragen, würdig der Walfische, die in ihnen hausen, und der Seekühe, die sie abweiden.

Die Rothalgen oder Florideen dagegen gehören vorzugsweise den wärmeren Meeren an; sie imponiren nicht durch ungeheuerliche und abenteuerliche Gestaltung; sie empfehlen sich vielmehr unserer Gunst durch die Pracht ihrer Färbung, die alle Töne vom brennenden Scharlach bis zum tiefen Purpurschwarz durchläuft, wie durch die Zartheit und Eleganz der Formen, welche sich leicht den



Ceramium apiculatum.
Nordsee. 1/2 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Blättern eines Albums anschmiegen und der Kunstindustrie der Zukunft einen noch ungehobenen Schatz origineller Muster aufbewahren. Auch bei den rothen Algen tritt eine mehr und mehr sich vervollkommnende Gliederung des Thallus hervor, in welcher die zusammengesetzten Gestaltungen der höheren Pflanzen sich vorzubereiten scheinen. Jede Laminarie repräsentirt ein ganzes Herbarium von Florideen; denn auf ihren Wurzeln, Stielen, Blättern wuchern die verschiedensten Arten; hier sprießen reizende Poly=

siphonien und Ceramien, welche den Baumschlag unserer Hasel- und Erlenbüsche en miniature zu kopiren scheinen; dort die Laurencia erinnert an ein feinblätteriges Farnkraut; die Ptilota wetteifert mit den zierlichsten Kolibri- oder Flamingofedern; neben ihr die Delesseria trägt ein Büschel brennendrother, purpurgeaderter Blätter von einer Zartheit, als seien sie mit Karmin auf Alabaster gemalt, und dazwischen sprossen noch die niedlichsten Callithamnienbäumchen, deren ganze Schönheit uns erst das Mikroskop enthüllt.



Ptilota plumosa. Federtang.
Nordsee. 1/2 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Eine reichhaltige Musterkarte von Florideen holt das Schleppnetz aus der Tiefe herauf. Denn gleichwie auf den Hochgebirgen der Erde die Physiognomie der Vegetation mit der Höhe sich wandelt, so verändert sie sich



Delesseria sanguinea.
Nordsee. 1/2 nat. Gr.

auch, jedoch in umgekehrter Richtung, in den Tiefen des Meeres. In den Alpen entfaltet sich das reichste Pflanzenleben in der untersten, wärmsten Region der Thalebenen; höher hinauf verschwinden die Bäume, dann die Sträucher, zuletzt die Alpenkräuter; unscheinbare Erd- und Steinflechten ersteigen die höchsten Felsenhörner bis zum ewigen Schnee, der nur noch von den einzelligen Kügelchen mikroskopischer Algen (Haematococcus nivalis) bewohnt und geröthet wird.[14] Im Meere dagegen wachsen die üppigsten Wiesen und Wälder in dem oberen Gürtel, wo Licht und Wärme am vollsten das Wasser durchströmen; indem wir in die Tiefe hinabsteigen, verschwinden allmählich die grünen und die braunen Algen; sie überlassen das Feld fast ausschließlich dem rothen Zwerggebüsch der Florideen, den Alpenrosen der Tiefe; zuletzt ist der Meeresgrund nur von den Kalkgebüschen blaßröthlicher Korallenalgen (Corallina) überwuchert, wie die kahlen Hochgebirgsflächen von Erdflechten; die Steine der Tiefe sind mit den kalkigen Krusten der Melobasien, Lithophyllen und Lithothamnien überzogen, wie das Geröll der Alpengipfel mit Krustenflechten.[15]) In den mikroskopischen, einzelligen Diatomeen endlich sendet das Pflanzenleben seine letzten Vorposten bis in den meilentiefen Abgrund.

VII.

Denn wunderbarer Weise umfaßt die Flora des Meeres, wie die größten, so auch die kleinsten aller Pflanzen. Dem unbewaffneten Auge werden freilich die mikroskopischen Meeresalgen nur dann wahrnehmbar, wenn sie, in unzählbaren Myriaden an die Oberfläche aufgestiegen, dieser eine rothe, grüne, braune Färbung verleihen; „das Meer blüht", sagt dann der Schiffer. Scharlachrothe Kugelzellen, deren zwanzig neben einander noch nicht die Breite eines Haares bedecken, röthen an der Küste von Portugal viele Quadratmeilen der Meeresfläche (Protococcus atlanticus);

röthliche Bündel spinnenfadendünner, feingegliederter, beweglicher Fäden (Trichodesmium) färben zu gewissen Zeiten auf Hunderte von Seemeilen das Rothe Meer, den Stillen und den Indischen Ocean mit ziegel- oder bräunlichrother Meeresblüthe; ähnliche Fadenbündel geben der durchsichtigen Fluth ein Aussehen, als sei sie dicht mit türkisblau gefärbten Sägespänen bestreut; schon das große Haff unterhalb Stettin blüht alljährlich im Sommer durch die bläulichen Bündel der Limnochlide.



Trichodesmium erythraeum. Rothes Meer. Vergr. 50 mal. Nach Schütt.

Doch so auffallend auch die Masse der mikroskopischen Algen ist, wenn sie an manchen Orten, zumeist in der Nähe der Küsten, die Erscheinung der Meeresblüthe hervorrufen, so verschwindet sie doch gegen die Bedeutung der Algenwelt, welche völlig unsichtbar die Hochsee und die Tiefsee bewohnt. Es sind noch nicht viel über vierzig Jahre, daß wir überhaupt von ihrem Vorhandensein wissen; wir verdanken ihre Entdeckung der Anregung zweier Männer; der Kolumbus der Tiefsee war Wyville Thomson von Edinburg, der der Hochsee Victor Hensen von Kiel.

Bis weit über die Mitte unseres Jahrhunderts hinaus wurde es für selbstverständlich angesehen, daß in der eiskalten Nacht des tiefsten Meeresabgrundes weder thierisches noch pflanzliches Leben bestehen könnte. Zwar hatte schon 1858 der Zoologe von Christiania, Michael Sars, in der Nähe der Lofoten in einer Tiefe von 750 Meter lebende Seelilien (Pentacrinus) aufgefunden, die man seit der Kreidezeit für ausgestorben gehalten hatte. Aber erst Wyville Thomson gelang es, mit Unterstützung der englischen Regierung, seit 1868 mehrjährige Expeditionen zu Erforschung der Tiefsee ins Leben zu rufen, von denen die des Challenger (1872 bis 1877) die erfolgreichste war; in Verbindung mit ähnlichen, von Frankreich, Italien, Nordamerika, zuletzt auch vom Deutschen Reiche

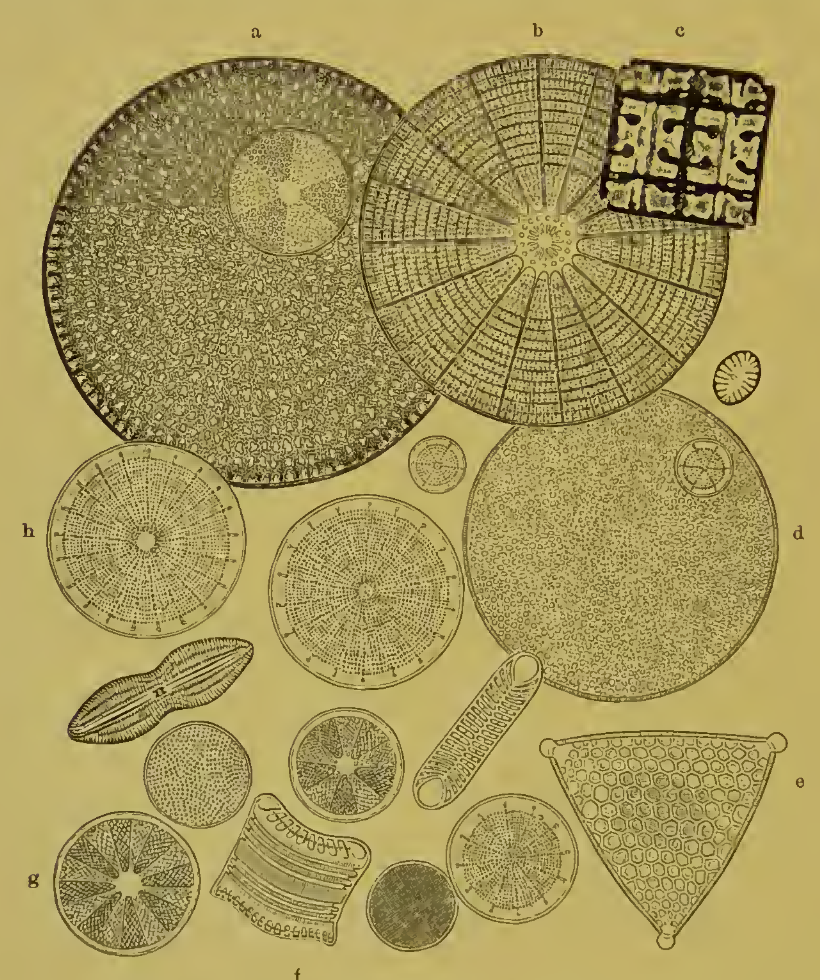
ausgerüsteten Unternehmungen hat sie uns ein neues Weltreich erschlossen, das, von den Meeresfluthen verhüllt, fast dreimal größer ist als die sichtbare Erdoberfläche.

Seitdem wissen wir, „daß der Boden des Meeres die riesenhafte Grabstätte ist für Alles, was an seiner Oberfläche lebt; daß Milliarden Leichen täglich, stündlich in die Tiefe sickern, gleichzeitig mit dem Schlamm der Flüsse, kosmischem Staub, vulkanischer Asche;" daß dann Alles unter einem Druck von mehreren hundert Atmosphären durch das mit Kohlensäure gesättigte Seewasser zersetzt wird, bis schließlich nichts übrig bleibt, als ein rother Thonschlamm, der die größten Tiefen von 4000—9000 Meter gleichmäßig überlagert.[16]) Was am längsten der allgemeinen Zersetzung widersteht, das sind die Skelette mikroskopischer Thiere und Pflanzen: die schneckenähnlichen Kalkschalen der Foraminiferen, die netzförmigen Kieselgehäuse der Radiolarien, die Krystallpanzer der Diatomeen.

Die Diatomeen sind einfache mikroskopische Pflanzenzellen, deren Leib durch braune Farbstoffträger gefärbt und von einer dünnen, glasähnlichen Kieselschale umhüllt ist; diese besteht wie eine Schachtel aus zwei Deckelplatten, die durch ein doppeltes Gürtelband derart verbunden sind, daß das untere in das obere eingeschoben ist, aber auch ausgezogen werden kann. Geschieht letzteres, so bilden sich in der Mitte sofort zwei neue Deckelplatten, die Diatomee hat sich getheilt. Durch stete Wiederholung der Theilung können sich die Diatomeen rasch ins Unendliche vermehren; die Theilhälften können sich sofort von einander trennen oder in langen Ketten verbunden bleiben. Die Gestalt der Deckelplatte ist überaus mannigfaltig: kreisrund, oval, lanzettlich, stabartig verlängert wie ein Lineal, gebogen wie eine Sichel, doppelt gekrümmt wie ein S, dreieckig, viereckig, vieleckig, in lange Hörner oder breite Flügel ausgewachsen. Dabei ist ihre Fläche so wunderbar künstlich ciselirt, guillochirt, durch geperlte Glasleisten und Rippen verstärkt oder in strahlige Felder getheilt, jedes Feld in tausend Facetten so zart ausgeschliffen, daß nur die

allerbesten Mikroskope die ganze Feinheit dieser Meisterstücke der schaffenden Natur sichtbar machen.

Die nämliche Prachtflora der Diatomeen, die das Tiefseenetz aus den Abgründen des Meeres ans Tageslicht schafft, ist uns in den letzten Jahrzehnten auch auf einem anderen Wege zugänglich geworden, nämlich durch den Guano, den zwar schon die peruanischen Inkas zur Befruchtung ihrer Felder verwendeten, den Europa aber



Diatomeen aus dem patagonischen Guano.
a, b, d, g, h münzenförmige Arten. Vergr. 275 mal.
a Eupodiscus germanicus; b Arachnodisius ornatus; c Grammatophora undulata; d Coscinodiscus Oculus Iridis; o Triceratium Favus; f Entopyla australis; g Actinoptychus octonarius; h Actinoptychus Luna.
Nach Janisch.

erst seit dem Jahre 1840 kennen gelernt hat. Auf regenlosen Inseln des Stillen Meeres unweit der Küsten von Peru bis nach Patagonien hin bergehoch aufgehäuft, ist der Guano ein zwar sehr nützliches, doch ästhetisch wenig reizvolles Produkt; aber durch Kochen mit Säuren und Schlämmen gereinigt, erscheint er dem Mikroskopiker als ein Kunstkabinet ohne Gleichen; denn der Rückstand besteht aus den schönsten und seltensten Diatomeen der Tiefsee, von denen viele Arten taubenhalsähnlich in Regenbogenfarben schillern. In des Oceans Tiefen hatten diese Diatomeen einst vegetirt; winzige Krebschen und Würmer hatten sie als Nahrung verschluckt; der Fisch verzehrte den Wurm; der Vogel fraß den Fisch; die krystallenen Schalen der Diatomeen gingen unversehrt aus einem Magen in den anderen über, gelangten schließlich auf kopropoetischem Wege in den Guano und brachten so den Naturforschern Europas Kunde von dem mikroskopischen Leben, das in den meilentiefen Abgründen des Stillen Oceans den Augen der Menschen für ewige Zeit verborgen schien.

Doch nicht der Meeresboden, das Meer selber ist die eigentliche Heimath der Diatomeen, wie der meisten thierischen und pflanzlichen Gebilde, die das Tiefseenetz ans Tageslicht gebracht hat. Bis zum Jahre 1870 meinte man, daß das organische Leben des Meeres sich auf die Nähe der Küsten beschränke und daß die ungeheure Wassermasse des Weltmeeres eine Wüste ohne Leben sei. Die Expeditionen, welche Victor Hensen in den Jahren 1871—1889 leitete, haben uns belehrt, daß auch die Hochsee, vom Meeresspiegel bis zur Tiefe von etwa hundert Meter, von einer reichen Thier- und Pflanzenwelt bevölkert wird, die Jahr aus, Jahr ein in dem feuchten Element umherschwebt. Im Sommer, wo die Oberfläche durch die Sonne allzu sehr erwärmt wird, sinkt sie langsam in tiefere und kühlere Wasserschichten hinab; in den Herbst-, Winter- und Frühlingsmonaten steigt sie in unzähligen Schwärmen in die oberen Regionen wieder empor. Von hundert bis tausend Meter

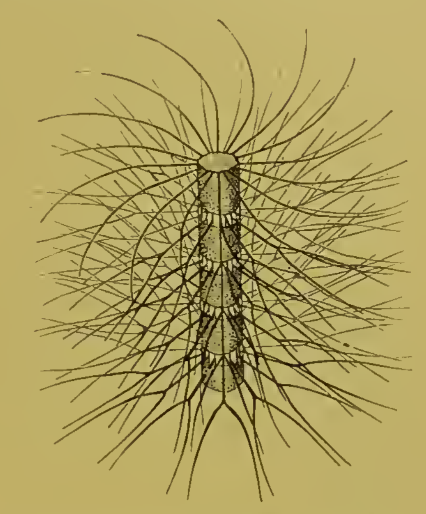
abwärts wird das Leben allmählich immer spärlicher; daß es aber selbst in den tiefsten Abgründen noch nicht erloschen ist, haben die Untersuchungen der Tiefsee uns vor Augen gestellt.

Hensen bezeichnet die Gesammtheit der im Meere schwimmenden Thiere und Pflanzen, im Gegensatz zu dem am Grunde haftenden, als das Umherschweifende, Schwebende, mit einem griechischen Worte: das Plankton.[17]) Die Thierwelt des Plankton ist überaus mannigfaltig; denn zu ihr gehören die Schaaren der Wale und Fische, viele der größeren Muschel- und Krebsthiere, die Seegurken, Borstenwürmer, Feuerwalzen, Salpen, Medusen und andere Quallen. Noch bei weitem größer aber ist im Plankton die Masse der Thiere, die dem bloßen Auge unsichtbar oder eben nur als winzige Körperchen wahrnehmbar sind: Wasserflöhe (Copepoden und Cladoceren), Schwimmpolypen, Räder- und Bärenthierchen, Infusorien, Radiolarien, Foraminiferen und die Flimmerlarven oder die mikroskopischen Jugendzustände der höheren Thierklassen.

Nicht minder massenhaft entwickelt ist die Pflanzenwelt des Plankton; doch ist sie unendlich einförmig; denn sie besteht ganz ausschließlich aus einfachen, einzelligen Algen, die dem bloßen Auge unsichtbar, mit geringen Ausnahmen nur zu zwei Familien gehören: zu den Diatomeen oder zu den Peridinien. Schütt (Greifswald), dem wir eine lebendige Schilderung von dem „Pflanzenleben der Hochsee" verdanken, berichtet über sie: „Der Schiffer, der den weiten Ocean befährt, glaubt reines, klares Wasser unter sich zu haben, während er doch über eine reiche Pflanzenwiese dahinfährt." Aber diese Wiese wird nur von der Vegetation „der pflanzlichen Pygmäen" gebildet, die fast sämmtlich in die nämliche Farbe gekleidet sind; Roth, Grün und Blau verschwinden gegen das herrschende Braun.

Die Diatomeen des Plankton sind in ihrem Bau besonders darauf eingerichtet, längere Zeit in der Nähe der Meeresoberfläche zu schweben, wo sie das erste ihrer Lebensbedürfnisse, das Licht, ge-

nießen. Der Schwere ihres Kieselpanzers wirken sie durch leichte Fetttröpfchen entgegen, die sie in ihrem Körper bilden. Die meisten Arten gleichen flachen Scheiben, wie Geldmünzen, die flatternd im Wasser auf- und niedersteigen (vgl. Abbildung der Guanodiatomeen S. 368); durch besondere Schwebevorrichtungen, breite Flügel oder lange Hörner, die wie die Balancierstangen des Seiltänzers wirken, halten andere sich im Gleichgewicht. Sie sinken beim Absterben nur langsam auf den Grund nieder, wo ihre leeren, unzerstörbaren Glasschalen sich im Laufe der Jahrtausende zu mächtigen Bänken aufhäufen.



Bacteriastrum varians.
Hochseediatomee. Vergr. 200 mal.
Nach Schütt.

In den kalten Meeren, die den Nordpol und den Südpol umfluthen, bilden die Diatomeen die Hauptmasse des organischen Lebens. Sie färben das Seewasser und das Eis der Polarmeere grünlich oder bräunlich und erzeugen auf dem Grunde mächtige Lager von Kieselguhr; in den wärmeren Meeren, wo sie weniger massenhaft auftreten, werden sie von Radiolarien und anderen Gruppen der Urthierchen überwogen.

Auch die Peridinien bevorzugen die kühleren Fluthen der nordischen Meere; es sind mikroskopische Pflanzenzellen in Gestalt kugeliger oder linsenförmiger Büchschen, die mit braunem Saft erfüllt sind; ihre Schale ist fest, doch nicht wie die der Diatomeen verkieselt und setzt sich



Peridinium (Ceratium) Tripos.
Ostsee. Vergr. 200 mal.
Nach Bütschli.

aus eckigen Plättchen zusammen; in der Mitte ist sie von einer gürtelartigen Furche eingeschnürt, aus der sich zwei lange Geißelfäden hervorstrecken; diese schlagen wie Ruder in das Wasser und lassen das ganze Gebilde frei umherschwärmen. Viele Arten sind nach Art eines Dreizacks in drei ungleich lange Hörner ausgezogen.

VIII.

Am Tageslichte zeigen die Peridinien nichts Außergewöhnliches; aber in der Finsterniß gewähren sie ein wunderbares Schauspiel. Ihr Körper wirft Blitze durch das Dunkel; bei jedem Drehen und Wenden schießt Strahl auf Strahl hervor. Nicht der Dreizack des Neptun, Jupiters Donnerkeil ist es, nach dessen Bilde sie gemacht scheinen.

Wo, wie in der westlichen Ostsee, während der Herbstmonate die Peridinien in ungeheuren Mengen das Wasser erfüllen, erregen sie eine der prachtvollsten Naturerscheinungen, in deren enthusiastischer Schilderung die Beobachter wetteifern. Ich meine das Meerleuchten.

Ueberall, unter allen Himmelsstrichen leuchtet das Meer, doch nicht jede Nacht in gleicher Stärke und gleicher Weise. Aus dem nachtschwarzen Grunde tauchen Millionen glänzender Punkte wie Sterne hervor; das Boot schlägt mit jedem Ruderstreich Funken aus dem Wasser; die Furche des Kiels ist wie mit kleinen Brillanten bestreut; auf den Seetangen sitzen Lichtpunkte, die bei jeder Berührung stärker aufleuchten. An manchen Abenden ist die Erscheinung noch prachtvoller. Im Zustand der Ruhe zwar ist das Meer dunkel, wo es aber bewegt wird, gleicht es leuchtendem Schnee, flüssigem Silber, weißglühendem Eisen. Die Kämme der Wellen sind wie mit einer leichten blauen Flamme gekrönt, die man mit der Flamme eine Punschbowle verglichen hat; wenn sie sich brechen, wird das Licht lebhafter; ein Wind macht das Meer zur flüssigen Feuerfläche. Ein ins Meer geworfener Stein erzeugt einen glänzenden Fleck, und die Wellenkreise, die er hervorruft, sind

ebenso viele Lichtringe; indem der Stein hinunterfällt, ist es, als ob ein Feuerball versänke; man kann ihn bis in große Tiefe verfolgen. Ein magischer Anblick ist es, wenn bei nächtlichen Forschungen in der Tropensee das von Leuchtwesen wimmelnde Netz beim Heraufziehen aus der Tiefe wie ein glühender Ballon der Oberfläche immer näher kommt.[16]) Gießt man Meerwasser aus einem Gefäße, so entsteht eine Feuerkaskade; die Tropfen fallen wie ein Funkenstrom, als ob glühendes Eisen in der Schmiede gehämmert würde; haften sie auf den Kleidern, so sind diese wie mit Karfunkeln besät; die Hand, ins Wasser hineingehalten, leuchtet anfangs gleichmäßig, später an einzelnen Punkten, als sei sie mit Phosphor bestrichen. Großartig ist der Anblick, den ein vorüberziehendes Dampfschiff, von Feuerfunken umsprüht, hervorruft; ähnlich schildert Humboldt den Eindruck, wenn unter den Tropen Züge von Delphinen durch die schäumende Meerfluth die leuchtenden Furchen ziehen. Am Kap der guten Hoffnung und im Indischen Ocean wird das vom Meer ausströmende Licht so hell geschildert, daß das Auge davon geblendet wird, daß man bei seinem Scheine lesen und ein Boot in mehreren Seemeilen Entfernung erkennen kann.

Von der Lichtfläche des Meeres heben sich einzelne größere Feuermeteore heraus. Hier wälzen sich glühende Kanonenkugeln; weiße, grüne, blaue, rothe Sterne leuchten auf, bald mit ruhigem planetarischem Lichte, bald zitternd und funkelnd wie Arktur oder Sirius. Feuerketten, Feuerbänder sprühen in allen Farben; hier rollen Feuerräder, dort schießen breite Blitze vorüber. Selbst der von der Ebbe trocken gelegte Strand ist wie mit Lichtstoff getränkt; jeder Fußtritt im Sande erscheint wie mit glühenden Kohlen bezeichnet; geht Jemand am Meeresufer spazieren:

„So zieht ein Feuerstrudel
Auf seinem Pfade hinterdrein."

Was ist die Ursache dieser Erscheinung, wo das Wasser, seine Natur verläugnend, mit seinem Feinde, dem Feuer, verschmolzen

scheint? Gleicht das Meer jenen phosphorescirenden Pulvern und Steinen, daß es das Sonnenlicht, welches es im Laufe des Tages eingesogen, des Nachts wieder ausstrahlt? Ist es Reibung der Wellen an einander, oder leuchten die zahllosen organischen Stoffe, die im Meerwasser faulen?

Viele Forscher haben früher die eine oder die andere dieser Erklärungen vertheidigt; aber keine ist richtig. Nicht das Meerwasser selbst leuchtet, nicht verwesende Stoffe in ihm, sondern lebendige Thiere und Pflanzen, die oft in solch unendlicher Zahl sich an seiner Oberfläche zusammendrängen, daß der Ocean, um einen Ausdruck Alexander von Humboldts zu gebrauchen, einer lebendigen Gallert gleicht. Die verschiedensten Wesen sind als Lichtträger beobachtet worden: Mollusken, Seesterne, Krebse, Würmer, Quallen, Polypen, Räderthiere, Infusorien, Peridinien und Bakterien. Bald phosphorescirt ihr ganzer Körper in bläulichem, grünlichem Lichte; bald sind es besondere Leuchtorgane, welche Strahlen aussenden. Wie früher bei uns und noch jetzt in den Städten des Orients Niemand bei Nacht ohne Laterne ausgeht, wie in der finsteren Grube jeder Bergmann sein Geleucht bei sich führt, so tragen auch die Geschöpfe, die in der purpurnen Finsterniß der Meerestiefen zu leben bestimmt sind, ihr selbst erzeugtes Licht mit sich herum, das ihnen ihre Nahrung und ihre Feinde sichtbar macht. Größere Thiere, die spärlicher im Wasser vertheilt sind, erscheinen wie funkelnde Sonnen und Sterne; hierzu gehören die Medusen, die bei den Arabern candil el bahr, Meerlichter, genannt werden. Kleine Krebse tragen im Kopfe einen leuchtenden Amethyst, der bei jeder Bewegung Strahlen ausschießt. Die kopfgroßen Familienstöcke der Feuerwalzen (Pyrosoma) erscheinen wie glühende Kugeln; bandförmige Salpen und andere Quallen, Seefedern und Würmer gleichen einem grün- oder blaubrennenden Schwefelfaden.

Von einzelligen, mikroskopischen, aber in unendlicher Menge zusammengehäuften Wesen, von Feuerblasen oder Pyrocysten, von Nok-

tiluken oder Nachtleuchten, von Peridinien und Bakterien wird jenes gleichförmige Licht hervorgerufen, das vom Wasser selbst auszugehen scheint, in Wirklichkeit aber, gleich dem Lichte der Milchstraße, aus zahllosen Lichtpünktchen besteht. Wenn begünstigende Umstände, milde Luft, ruhige See und anhaltende Winde zusammentreffen, welche das Wasser der Meeresoberfläche gegen den Strand treiben, so bilden die mikroskopischen Lichtträger eine leuchtende Wasserblüthe; eine jede dieser Zellen ist eine mikroskopische Blendlaterne, in der ein lebendiges Lichtchen funkelt; Millionen und aber Millionen dieser kleinen Nachtlaternen eng an einander gedrängt rufen die glänzende Illumination des Meeres hervor. Wir werden an das prachtvolle Gemälde im zweiten Theil des Faust erinnert, wo eine körperlose, selbstleuchtende Seele sich in Liebessehnsucht in das Meer ergießt und über die Wellen ihren Glanz ausstrahlt:

„Ein feuriges Wunder verkläret die Wellen,
Die gegen einander sich funkelnd zerschellen;
So leuchtet's und schwanket und hellet heran,
Die Körper, sie glühen auf nächtlicher Bahn,
Und rings ist Alles von Feuer umronnen:
So herrschet Eros, der Alles begonnen . . .“

IX.

Unsere botanischen Studien am Seestrande haben uns mit einer neuen Pflanzenwelt bekannt gemacht, welche durch die Eigenthümlichkeiten ihrer Formen, durch die Fremdartigkeit ihrer Lebensweise unser Interesse in Anspruch nimmt. Versuchen wir zum Schluß noch ein anderes Bild aufzurollen, in dem diese Welt uns entgegentritt als eine Großmacht, die an der Erhaltung der Naturordnung mitwirkt.

Ein alter Philosoph hat die Erde für ein großes Thier erklärt; ihre Rippen von Granit sind von der lebendigen Hülle der Vegetation überkleidet; das Wasser ist das Blut, welches in stetem

Kreislauf sie belebt; keine Pflanze, kein Thier kann ohne Wasser entstehen und bestehen; die meisten Krystalle sogar bedürfen des Wassers zu ihrer Bildung. Das Meer aber ist das Herz der Erde, das sich zweimal täglich in gewaltigem Pulsschlag hebt und senkt. Den tausendfach bis in die feinsten Kapillaren verästelten Venen, in denen das Blut von den äußersten Enden des Körpers zum Herzen zurückkehrt, sind die haarfeinen Aederchen vergleichbar, in denen die Wässer des Himmels zwischen den Spalten des Bodens zusammenrieseln, um dann in größere Wasserläufe vereinigt, endlich in den Hauptgefäßstämmen der großen Ströme gesammelt, sich nach dem Weltherzen, dem Ocean, zurück zu ergießen.

Aber wie das Blut, indem es den Körper durchströmt, mit allen abgenutzten Erzeugnissen des Stoffwechsels sich belastet, so hat auch das Wasser auf diesem langen Wege eine Veränderung erlitten. Chemisch rein war das Wasser in Dampfform vom Meere aufgestiegen; trübe und salzig kehrt es wieder zu ihm zurück. Was die zerstörenden Naturkräfte, was Reibung, Verwitterung, Verwesung an den lebendigen und leblosen Körpern der Erde abgerieben, abgebröckelt, zersetzt haben, wird vom Wasser fortgespült, aufgelöst, dem Meere zugeführt. Steter Tropf höhlet den Stein, trägt den Berg ab, wäscht das Thal aus; die ungeheuren Trümmer dieser zwar langsamen, aber darum nicht minder großartigen Arbeit werden nach längeren oder kürzeren Kreuz- und Querfahrten früher oder später als Schlamm ins Meer geflößt.[18])

Die Gesammtmasse der Stoffe, welche dem Lande durch den großen Kreislauf des Wassers entzogen werden, übersteigt alle Vorstellung. Die Flüsse Europas wälzen mit dem Schlamm, den sie führen, in 500 Jahren einen Berg ins Meer, dessen Masse größer ist als die des Rigi; das Gewicht der Erdmassen, welche die große Ader von Nordostafrika, der Nil, aus seinem Gebiete abspült und als Schlamm ins Meer führt, wird jährlich auf 276 Millionen Centner berechnet; der Mississippi wälzt sogar jährlich

7240 Millionen Centner fester Erdtheilchen aus seinem nordamerikanischen Stromgebiete in den Golf von Mexiko.

Und doch ist dies nicht Alles. Außer den zu Pulver zerfallenen und als Schlamm oder Sand fortgeschwemmten Bodenbestandtheilen entführt das Wasser auch große Massen des Erdbodens in Lösung. Und zwar sind es ganz besonders die mineralischen Nährstoffe der Pflanzen, das Ammoniak, das Kali, der Kalk, die Magnesia, die Salpeter-, Phosphor- und Schwefelsäure, welche durch den Regen aus der Erdkrume aufgelöst, in die Flüsse gespült werden; früher oder später werden sie ins Meer abgeführt und gehen dadurch den Wäldern, Wiesen und Feldern verloren. Sind es doch diese Salze und Erden, welche alljährlich mit schweren Kosten in Form von Mineraldünger auf den Acker gebracht werden müssen, um diesem seine Fruchtbarkeit zu erhalten, auf der alle staatliche und gesellschaftliche Wohlfahrt beruht. Der Rhein allein spült jährlich so viel Pflanzennährsalze ins Meer, als in einer Ernte von 37 200 Millionen Centner Roggen enthalten sind, von welcher das ganze Menschengeschlecht vier Jahre lang hätte erhalten werden können; das Gewicht eines einzigen dieser Nährsalze, des Salpeters, den er den deutschen Landen jährlich entführt, wird auf 4400 Centner geschätzt. So saugen die Flüsse das Festland aus, um ihren Vater Ocean zu bereichern, den unersättlichen Geizhals, der die kostbarsten Schätze der Erde in seinen Wasserspeichern aufhäuft. Denn da das Meer täglich immer neue Bodensalze von den Flüssen geliefert bekommt, aber nur reines Wasser durch die Verdunstung in den allgemeinen Kreislauf zurückerstattet, so müssen sich natürlich die Salze in ihm mehr und mehr ansammeln. So wird das Meer zwar täglich reicher an den nährenden Kräften des Erdbodens, aber sie scheinen in ihm ein todtes Kapital, dem allgemeinen Verkehr entzogen, ohne zu wuchern und Ertrag zu bringen.

Erweitern wir aber unseren Blick über den engen Horizont,

auf den die kurze Spanne unseres Lebens uns nur zu leicht beschränkt, so gewinnen wir eine ganz andere Anschauung. Die Schätze der Erde sind nicht nutzlos im Meere versenkt, wie der Nibelungenhort im Rhein; der Ocean ist eine wohlthätige Sparkasse, in welche die Natur, die nicht bloß für heut und morgen, sondern für die Ewigkeit vorzusorgen hat, ihre Ueberschüsse anlegt, um sie zur rechten Zeit mit Zinsen wieder in den Verkehr zu bringen.

Von den mechanisch ins Meer gespülten Bodenmassen liefert das Meer einen Theil sofort wieder der Erde zurück, indem es die Marschlande an seinen Küsten mit befruchtendem Schlamm überschüttet oder an den Mündungen der Ströme Deltas und Inseln bildet, deren unerschöpfliche Fruchtbarkeit freilich den besten Beweis liefert, daß unsere Aecker durch die Flüsse gerade ihrer werthvollsten Reichthümer beraubt werden.

Die andere Hälfte des Schlammes setzt das Meer auf seinem Grunde ab und sorgt dadurch für eine ferne Zukunft. Denn in Aeonen wechselt auch der Ocean sein Bett; was heut Festland ist, ist einst Meeresgrund gewesen und wird vielleicht wieder einmal Meeresgrund werden, „wenn des Meeres Dämme weichen und seine Riegel und Thore sich öffnen, daß es hervorbricht, wie aus Mutterleibe." Wie wir heute unsere Wohnungen mit dem Kohlenstoff einer Pflanzenwelt heizen und beleuchten, welche vor undenklichen Zeiten der Ocean begrub und aufbewahrte, wie wir unsere Felder auf dem Sand und Schlamm bestellen, der aus den Meeren der Vorwelt sich absetzte und der heut Ackerboden geworden ist, so wird vielleicht auch wieder ein Tag kommen, wo der heutige Meeresgrund, von seinen Wogen verlassen, die in ihm aufgehäuften Bodenschätze nutzbar machen wird zur Ernährung von Thier- und Pflanzengeschlechtern, von denen wir heut noch keine Ahnung haben.

Aber die Kornernten, welche in Form der im Wasser aufgelösten Nährsalze ins Meer gespült werden, bloß um dasselbe noch salziger zu machen, sind diese der Erde nicht unwiederbringlich

verloren? Hat hier die Erde nicht in der That einen Theil ihres Reichthums vergeudet, indem sie ihn ins Meer warf?

Aber hier stehen wir gerade an dem Wendepunkt, der uns zu den Pflanzen — und wir können nunmehr gleich hinzufügen — auch zu den Thieren des Meeres zurückführt. Die Moslemen glauben, daß am Tage der Auferstehung der Staub, in welchen die Körper der Todten zerfallen und in alle vier Winde zerstreut worden sind, auf den Schall der Posaune sich zusammenfinden wird, um sich zu den alten Leibern wieder zu verbinden. Solche Wunderkraft hat in der That die Natur den lebendigen Pflanzen und Thieren verliehen; denn diese vermögen die Stoffe, deren sie zu ihrer Ernährung und Erhaltung bedürfen, an sich zu ziehen, und in ihren Körpern aufzuspeichern, auch wenn sie ihnen in der allerverdünntesten Lösung dargeboten werden. So werden die im Meere aufgelösten Nährsalze in den Leibern seiner Geschöpfe wieder gesammelt und dadurch befähigt, mit ihren eigenthümlichen Kräften in das Getriebe des Naturhaushalts von Neuem einzugreifen.

Die Mischung der Salze im Meerwasser wirkt wie ein Gift auf die Thiere und Pflanzen des Festlandes und des süßen Wassers; die Geschöpfe des Meeres widerstehen nicht bloß der tödtlichen Einwirkung des Seesalzes, sie bedürfen desselben sogar und gehen zu Grunde, wenn sie in süßes Wasser gebracht werden. Gleichwohl läßt sich nicht nachweisen, daß gerade diejenigen Salze, welche in größter Menge im Meerwasser enthalten sind und dessen salzig bitteren Geschmack bedingen, daß Kochsalz und Chlormagnesium zum Aufbau seiner Lebewelt verwendet werden. Vielmehr sind es gerade diejenigen Stoffe, welche im Meerwasser in homöopathischer Verdünnung gelöst sind, die von den Pflanzen gesammelt und in lebende Substanz umgewandelt werden.

Wenn auch der Chemiker nur Spuren von Ammoniak, Salpeter-, Phosphor- und Schwefelsäure im Seewasser auffinden kann, so genügen sie doch den größeren grünen, braunen, rothen See-

tangen, welche in der Nähe der Küsten wohnen; unter der Erregung des Sonnenlichtes werden diese Stoffe von ihnen mit der im Wasser aufgelösten Kohlensäure in chemische Verbindung gebracht und daraus Zellstoff und Eiweiß bereitet. In der Hochsee sind es dagegen die unsichtbar kleinen, aber in unendlicher Zahl das Wasser bis in große Tiefen erfüllenden Diatomeen, Peridinien, Halosphären und die übrigen mikroskopischen Pflänzchen des Plankton, denen die nämliche Aufgabe zugewiesen ist. Denn die Algen allein besitzen die Kunst, das Meerwasser in lebendige Substanz umzuwandeln, so weit die Sonnenstrahlen in die Tiefe dringen; die Thiere des Meeres, gleich denen des Festlandes, sind unfähig, aus Wasser, Kohlensäure und einer Anzahl Salzen ihr Fleisch und Blut, Haut und Haar zu bilden. Darin eben besteht die Großmachtstellung, welche selbst den kleinsten, niedersten, einfachsten Meerespflänzchen in der gesammten Naturordnung zukommt; sie sind die „Urnahrung", aus welcher Protozoen und winzige Krebschen, die Wasserflöhe der Tiefsee ihre Körper bilden; diese wieder dienen zur Nahrung den größeren Larven, den Quallen, Polypen, Flügelschnecken u. s. w., aus denen schließlich die großen Thiere des Meeres und selbst die Haie und Wale ihre Lebensstoffe entnehmen. Es ist eine Theilung der Arbeit, wie in unseren Fabriken; der Bauer liefert den Flachs, der Spinner macht Garn daraus, der Weber verarbeitet das Garn zu Leinwand. So liefert das Meer in seiner Salzlösung den Rohstoff; die Algen, die mikroskopischen so gut wie die großen, erzeugen daraus lebende Substanz; die Thiere des Meeres verarbeiten diese in Fleisch und Blut. Gäbe es keine Algen im Meere, so könnten auch keine Thiere darin leben; so wenig es mehr Leinwand geben kann, als Garn gesponnen und Flachs gebaut wird, so wenig kann die Menge der Thiere im Meere jemals größer sein, als die der organischen Lebensstoffe, die von den Algen aus dem Meerwasser bereitet worden sind.

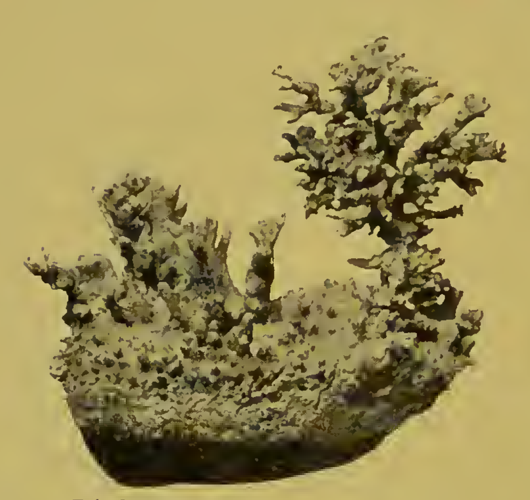
Aber auch die anderen Stoffe, die dem Festlande von den Flüssen entzogen und in die See abgeführt werden, sind nicht ver-

loren, auch wenn sie in ihrem Wasser nur in minimalster Menge gelöst sind; sie werden dennoch von Pflanzen und Thieren des Meeres wieder gesammelt und verwerthet.

Die Menge der Kieselerde, welche die Flüsse auf ihrem langen Wege von dem Sand und Geröll ihrer Betten aufzulösen vermochten ist so außerordentlich gering, daß es dem Chemiker schwer fällt, das Vorhandensein der Kieselerde im Flußwasser überhaupt nachzuweisen. Aber dies genügt den Diatomeen, welche auf diesen für sie unentbehrlichen Baustoff harren, um daraus ihre künstlichen Schalen zu bilden. Wenn die Menge ihrer unverweslichen Glaspanzer, die alljährlich auf dem Meeresgrund sich niederschlagen, diesen auch nur um ein Unmeßbares erhöht, so gönnt ihnen doch der alte Ocean Zeit genug, um die Kieselerde des Seewassers in meilenbreiten und klaftertiefen Bänken aufzuspeichern, die in späteren Zeitepochen nach mancherlei Umwandlungen als Kieselschiefer und andere Gesteinsmassen wieder zu Tage treten. Den Diatomeen stehen in diesem Geschäfte eine ganze Klasse mikroskopischer Urthierchen, die Radiolarien, und die Seeschwämme, bei, welche in ihrem weichen Körper die Kieselerde des Meeres, jene in zierlich durchbrochenen Kapseln und Platten, diese in Form von Nadeln und Sternen abscheiden, wie sie einst im Kreidemeer dieselbe in Feuersteinknollen abgelagert hatten.

Auch der Kalk ist im Meerwasser so spärlich aufgelöst, daß davon in einem Liter durchschnittlich nur drei Gramm als Gips, Chlorkalcium, Bikarbonat enthalten sind. Aber die Korallenalgen: die Korallinen, die Lithothamnien, die Lithophyllen, die Melobesien, die Acetabularien und Halimeden sammeln die zerstreuten Kalktheilchen in ihren lebendigen Geweben und setzen sie in Form zierlicher, korallenähnlicher Steinbäumchen oder als Kalkkrusten auf dem Meeresgrunde ab. Die Algen theilen sich in diese Arbeit mit vielen Thieren: den Mollusken, den Korallenpolypen und den Foraminiferen. Sechsarmige Korallenthierchen scheiden im Innern ihrer

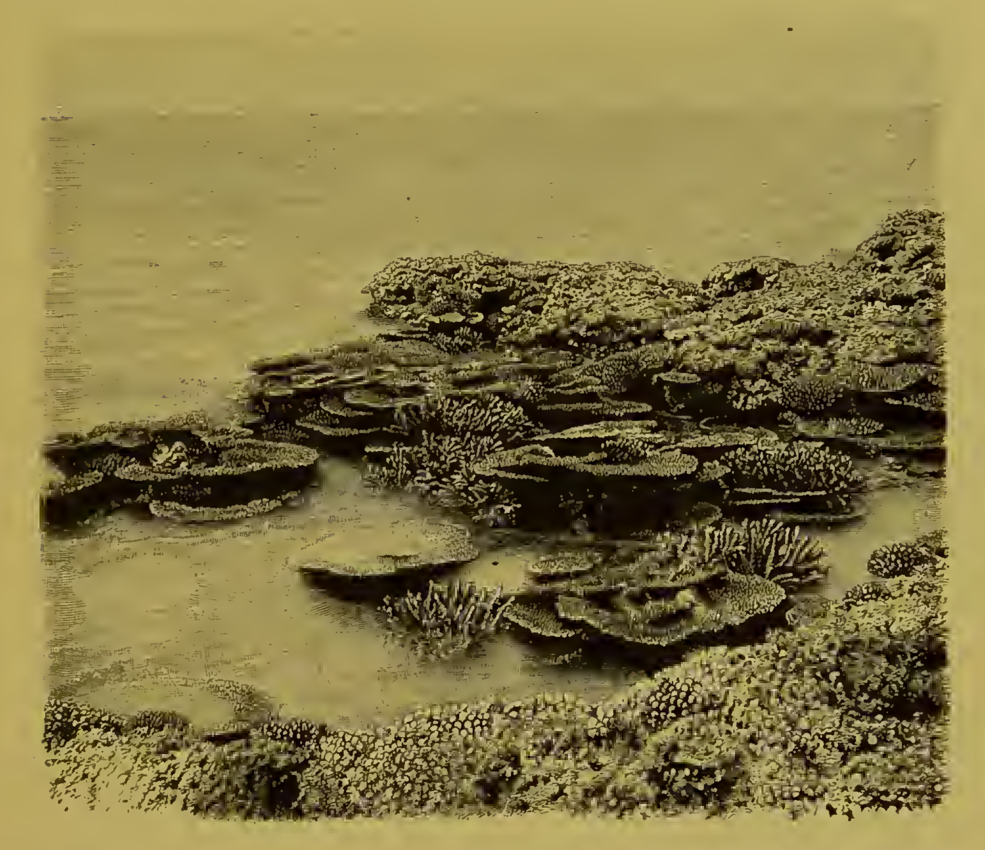
schlauchförmigen, strauchartig verzweigten Körper aus dem warmen Wasser der Tropensee ein Skelett von weißem Marmor aus; wo ihnen die Brandung reichliche Nahrung zuspült, erwachsen ihre Kolonien in unaufhörlicher Knospung und Sprossung, indem eine Generation auf den Gerüsten der vorangegangenen weiterbaut, zu mächtigen Riffen, die vom Meeresgrunde bis an die Oberfläche aufsteigen und bei Ebbe trocken gelegt werden; so haben sie nun die Westküste von Australien in einer Entfernung von 45 bis 200 Kilometer vom Festland eine Marmormauer von 4000 bis 5000 Meter Dicke und 2000 Kilometer Länge gezogen und im Stillen Meer einen ganzen Welttheil, den Archipelagus von Polynesien, aufgebaut. Die Korallenpolypen der Jetztwelt setzen die Bauthätigkeit ihrer Vorfahren fort, die seit der devonischen Urzeit gewaltige Felsenriffe auf dem heutigen Festlande und selbst die gigantischen Dolomite der Alpen aufgerichtet haben.



Lithophyllum flabellatum.
Norwegische Küste. 3/4 nat. Gr.
Photographirt nach der Natur von Krull.

Die mikroskopischen Foraminiferen verfertigen aus dem Kalke des Meerwassers ihre wunderniedlichen Schneckengehäuse; während sie lebend im Plankton der wärmeren Meere zahllos umherschweben, sinken sie absterbend langsam niederwärts bis auf den Boden des Abgrunds und werden dort in den rothen Thonschlamm eingebettet, wie sie einst in den Meeren der Urwelt zu Kreidegebirgen sich angesammelt haben. Nicht minder mächtig sind die Kalkbänke, welche in der Gegenwart wie in älteren Erdperioden die Muschelthiere aufgebaut haben. Die Gewebe aller dieser Meerthiere und Meerpflanzen sind gewissermaßen die Speicher, in denen der Kalk des Meer-

wassers für kommende Erdepochen gesammelt wird — wie die Geschöpfe früherer Perioden den Kalk der Urmeere für uns aufgehäuft haben, um den Mergel zur Düngung unserer Felder, den Mörtel zum Bau unserer Häuser oder einem Phidias den Block zu liefern, aus dem er seine Götterbilder gestalten mag — auch wohl in be-



Bauten der Korallenpolypen am Barrierriff vor Westaustralien bei Ebbe.

scheidenerer Wirksamkeit das Wasser eines Brunnens hart und wohlschmeckend zu machen oder einem Huhn den Stoff zur Schale für sein Ei zu bieten. Man erzählt von einem Homöopathen, welcher seinen Patienten den Karlsbader Mühlbrunnen verordnete, aber ihn in Hamburg trinken ließ; denn da die Tepl in die Eger, die Eger in die Elbe fließe, so möge das Wasser der Elbe etwa in Hamburg die richtige Potenz der Verdünnung besitzen. Aber für

die Pflanzen und Thiere ist in der That der Karlsbader Sprudel selbst in der Nordsee noch wirksam. Die Kalktheilchen, welche nutzlos in die Tepl ausflossen, werden vielleicht von einer Helgoländer Auster verwerthet, welche sich daraus ihre Schale baut.[10]) Und was sind die edelsten aller Schmuckkörper, die es vor allen verdienen, Frauenschönheit mit mildem Reize zu erhöhen, was sind Perlen und Korallen anders, als Theile eines Kalkgebirges, die von einem Flusse ins Meer gespült und von einem Seethier in seinen Geweben gesammelt und verarbeitet worden sind? Das Eisen, dem die Koralle ihr zartes Roth verdankt, stammt vielleicht von einer verlorenen Nähnadel, wenn die Atome derselben nicht etwa schon in dem Leibe eines Fisches oder eines Walthieres Verwendung gefunden haben, deren Blut sie röthen und beleben.

Auch Jod und Brom lassen sich im Regen- und Flußwasser nur in geringen Spuren erkennen; im Meerwasser konnten sie mit Sicherheit noch gar nicht nachgewiesen werden. Nichtsdestoweniger speichern die Algen in ihren Zellen aus dem Meerwasser so viel Jod und Brom auf, daß diese für die Heilkunst wie für die Technik so wichtigen Stoffe aus ihrer Asche fabrikmäßig dargestellt werden können. Bekanntlich sind alle Algen:

„Herbe Gerüch' aushauchend des unergründlichen Meeres;"

dieser eigenthümliche Seetanggeruch hängt ebenfalls mit dem Gehalt an Jod und Brom zusammen; da der Zellstoff der meisten Algen sich durch Kochen in eine leicht verdauliche Gallert verwandelt, so würden die ungeheuren Tangmassen, welche alljährlich an den Strand geworfen werden, eines des wohlfeilsten und reichlichsten Volksnahrungsmittel bieten, wenn nicht der hartnäckig anhaftende Jodgeschmack den Genuß verleidete. Nur in Ostasien versteht man es, aus Florideen eine geruch- und geschmacklose Gallert darzustellen, das Agar-Agar, welches in der Küche unter dem Namen Pflanzengelatine eine Rolle spielt und in neuester Zeit auch den Bakteriologen als günstiger Nährboden für ihre Kulturen Dienste

geleistet hat. Auf der anderen Seite ist es gerade der Reichthum an Jod, welcher einigen Florideen der nordischen Meere — gewöhnlich irländisches oder Caragheenmoos genannt — für die Ernährung mancher Kranken eine gewisse Bedeutung verleiht;[20]) will man ja doch in dem gemeinen Blasentang (Fucus vesiculosus) eine Panacee gegen alle Leiden unseres skrophulösen Geschlechtes gefunden haben!

X.

Wir wissen jetzt, daß der Fluß die Wiesen und Wälder des Festlandes beraubt, um die Wiesen und Wälder des Meeres zu düngen; wenn dadurch den Thieren der Erde ein Theil ihrer Nahrung entzogen wird, so ist dafür der Tisch um so reichlicher gedeckt für die Thiere des Oceans. Dadurch sind wir aber an den Punkt gekommen, wo das Meer auch dem Menschen seine Schulden zurückzahlt. Wissen wir doch, daß für die Bewohner der Inseln und Küsten „die fischwimmelnde Fluth" der Acker ist, den sie nur mit den Rudern zu pflügen, aber nicht mit Saatgut zu bestellen brauchen, und der ihnen gleichwohl unerschöpfliche Ernten liefert. Wenn daher der Ocean unsere Wiesen und Felder ausplündert, daß sie weniger Getreide und weniger Heu und daher weniger Fleisch, weniger Brod und Butter hervorbringen, so giebt derselbe für jeden Scheffel Korn, den er dem Acker entzieht, Ersatz durch seine Fische, Lachs, Häring, Stockfisch und Flunder, in deren Fleisch die dem Felde entzogenen Nahrungsstoffe umgearbeitet sind. Ernährt der Wald für den Feinschmecker weniger Fasanen und Rehe durch die Schuld des Meeres, so bietet dieses Entschädigung, indem es ihm denselben Nahrungswerth in Form von Austern, Hummern und Seeschildkröten darbietet. Und hat der Ocean seine Anleihen unseren Aeckern nicht mit reichstem Zins zurückbezahlt, indem er ihnen den Guano lieferte, durch dessen Hilfe in dreißig Jahren 4000 Millionen Centner Korn und Kornwerth allein auf den Feldern Europas mehr erzeugt und an zwei Millionen Menschen jährlich mehr ernährt worden sind,

als es ohne diesen wirksamsten aller Dungstoffe möglich gewesen wäre? Was ist aber der Guano anderes, als die nährenden Bestandtheile der Felder, welche durch die Flüsse ins Meer gespült, von Diatomeen und anderen Planktonalgen in organisirte Form verwandelt, dann in dem Magen der Krebschen, Würmer, Fische, Vögel immer mehr und mehr konzentrirt worden sind? Und was thut der Landmann, welcher den von den Gegenfüßlern geholten Stoff auf seinen Acker streut, anderes, als daß er demselben die Fruchtbarkeit wiedergiebt, welche ihm seit Jahrhunderten durch den großen Kreislauf des Wassers entzogen worden ist?

Aus der unwirthlichen Meerestiefe sind wir wieder in die heimische Erdenwelt zurückgekehrt; wir fühlen wieder festen Grund unter unseren Füßen; wir freuen uns zu athmen im rosigen Licht. Aber nicht unbelohnt entließ uns das Meer. Durch seinen Spiegel durften wir einen Blick werfen auf das bloßgelegte Getriebe der Naturordnung, wo das Leben entsteht und vergeht, damit aus seiner Asche gleich dem Phönix wieder neues Leben erstehe; wo kein Atom verloren geht, sondern bald zerstreut, bald gesammelt, in stetem Formenwechsel den ewigen Kreislauf zurücklegt, durch den die Natur sich fort und fort erneut und verjüngt. Die Welt der Algen, obwohl auf der niedersten Stufe des Lebens stehend, erwies sich eben darum als einer der Grundpfeiler, auf denen die Naturordnung ruht. Das Meer sättigt sich mit dem Salz der Erde; die Alge verwandelt das Meerwasser in lebendiges Pflanzengewebe; ohne Algen kann kein Thier im Meere bestehen; Thiere und Pflanzen theilen sich in die große Aufgabe, die Stoffe des Meerwassers für das gegenwärtige und für zukünftige Zeitalter der Erde nutzbar zu machen. Aber diese Stoffe sind in großen Wassermassen aufgelöst; indem die Pflanzen und Thiere mit lebendiger Kraft die zerstreuten Atome an sich reißen, erregen sie eine innere Bewegung im Meere, die zwar für das Auge nicht bemerklich, doch die kleinsten Wasser=

theilchen fort und fort durch einander mischt. Jede Auster muß, um das Baumaterial für ihre Schale zu gewinnen, mindestens einen Centner Seewasser seines ganzen Kalkgehaltes berauben; sie muß damit den Anstoß zu einer inneren Strömung geben, die sich durch die ganze Meerestiefe vom Grunde bis zur Oberfläche fortpflanzt. Die Gewalt der stärksten Stürme läßt das Meer schon in fünfzig Meter Tiefe unberührt; aber unscheinbare, zum größten Theil mikroskopische Thiere und Pflanzen versetzen das Meer in Wallung bis zu seinen Abgründen; sie „machen das Meer sieden wie einen Kessel, sie rühren es durch einander wie eine Salbe".[21]) Diese inneren Strömungen, dieses innige Durchmischen aller Wassertheilchen trägt dazu bei, daß das Meer, obgleich in jedem Augenblick zahllose Wesen in ihm vergehen und sich auflösen, doch nie vom Hauche der Stockung, Gährung und Verwesung berührt wird; daß seine Wasser ewig rein und frisch bleiben und ihre erfrischende und verjüngende Kraft auf all die Tausende ausströmen, die sich alljährlich mit ermattetem Körper und abgespanntem Geist ihm anvertrauen, um sich:

„Von allem Wissensqualm entladen,
In seinem Thau gesund zu baden."





Erläuterungen.

[1]) (S. 337.) George Henry Lewes, Seaside studies. London, 1. Aufl. 1858. Deutsch, Berlin 1859. Karl Vogt, Ocean und Mittelmeer, Reisebriefe. Frankfurt 1848.

[2]) (S. 338.) Alga inutilis. Horat. Od. III. 17. 10.

Et genus et virtus, nisi cum re, vilior alga est.

Tugend und Adel sind ohne Geld werthloser wie Algen. Horat. Satir. II. 5. 8.

[3]) (S. 344.) Wenn die Könige rasen, so müssen die Völker es büßen. Horat. Epist. I. 2. 14.

[4]) (S. 348.) Bis jetzt sind aus den Meeren aller Zonen nicht mehr als dreißig Arten Phanerogamen bekannt, die unter acht Geschlechter vertheilt werden; sie gehören sämmtlich in die niedersten Reihen der monokotylen Wassergewächse (Helobiae); die allermeisten (23) Arten ähneln dem bekannten Seegras (Zostera marina) und gehören zur Familie der Potamogetoneen, welche in unseren Flüssen durch zahlreiche Arten der Laichkräuter (Potamogeton) vertreten ist. Nur fünf Arten stehen der Vallisneria nahe und gehören mit dieser zur Familie des Froschlöffels (Hydrocharideen). Jene sind das Anfangsglied einer Reihe, welche sich in den Aroideen, Pandanaceen, Gräsern und Palmen fortsetzt; diese stehen am Anfang einer Reihe, welche zu Irideen, Amaryllideen, Liliaceen und den anderen schönblühenden Monokotylen führt. Weder Dikotylen noch Gymnospermen, weder Farne noch Moose haben jemals, weder in der Vorwelt, noch in der Gegenwart im Meere gelebt; besonders merkwürdig erscheint es, daß auch die Pilze, die in der Festwelt eine so wichtige Rolle bei der Erkrankung, Tödtung und Zersetzung der Lebewesen spielen, im Meere zu allen Zeiten gefehlt haben; nur einige wenige mikroskopische Schmarotzerpflanzen, die vielmehr als pilzähnliche, parasitische Algen (Algenpilze, Phykomyceten) aufzufassen sind, leben im Meere, Arten aus den Familien der Chytridien (vergl. Bd. I, S. 58) und der Bakterien.

[5]) (S. 349.) Vergl. den Vortrag „Was sich der Wald erzählt", Bd. II, S. 59 und Erl. 45, S. 90.

[6]) (S. 349.) Bei den Meeresalgen besteht das Mark zumeist aus langgestreckten faserförmigen, in Gallert eingelagerten Schläuchen, während die Rinde aus eng aneinander gedrängten Parenchymzellen gebildet wird; diese allein enthalten in der Regel Farbstoffträger, ihnen kommt daher gleichzeitig die Nährlösung aufnehmende und die assimilirende Funktion zu, während dem Markgeflecht die Aufgabe obliegt, Vorräthe zu speichern.

[7]) (S. 350.) Die größten bis jetzt gemessenen Tiefen des Meeres befinden sich im Atlantik bei den Antillen (8341 Meter) und bei Japan (8870 bis über 9000 Meter). Die Ostsee ist im Mittel 36 Meter und nicht über 427 Meter, die Nordsee im Mittel 88 Meter und nicht über 808 Meter tief.

[8]) (S. 353.) Die Caulerpen gleichen kleinen Kräutern mit kriechendem Wurzelstock, der sich mit zahlreichen, vielverzweigten Faserwurzeln im Meeresgrund verankert und aufwärts dünne Stengel und Aeste treibt; die an diesen sitzenden grünen Blätter sind bald nadelartig, bald breit oval, bald kugelig, so daß die Zweige an Spargel, Cypressen, Tannen, Selaginellen und selbst an Opuntien erinnern. Gleichwohl ist das ganze Gewächs eine einzige Zelle, die nirgends durch Querwände getheilt ist, aber zur Aussteifung ihrer Wand ein Gerüst netzförmiger Fasern ausbildet, das den Innenraum der Riesenzelle durchsetzt; eine Caulerpa (C. prolipora) lebt im Mittelmeer, die meisten finden sich in den tropischen Meeren. Bei den verwandten Familien der Codiaceen und Valoniaceen sind die Aussprossungen eng an einander gedrängt, wie die Beeren einer Weintraube und bilden eine Art Außenrinde, so daß die Riesenzelle die Gestalt einer großen Kugel (Codium Bursa, Valonia Aegaepopila) oder eines kleinen Elennsgeweihs (Codium alcicorna) annimmt; sind die Zwischenräume mit Kalk ausgefüllt, so gleicht die Zelle einer zwergigen Opuntie (Halimeda); bei Udotea sind die Aussprossungen fächerartig an einander gelagert; bei Acetabularia stehen dieselben wie die Stäbe eines japanischen Sonnenschirms eng gedrängt an der Spitze eines langen Stiels (vergl. die Abbildung auf Seite 341).

[9]) (S. 354.) Vergl. Licht und Leben, Bd. I, S. 287.

[10]) (S. 354.) Der rothe Farbstoff der Florideen wird Phykoerythrin, der braune der Phäophyceen Phykophäin, der blaue der Kyanophyceen Phykokyan genannt. Diese Begleitfarben sind in Wasser löslich, während das grüne Chlorophyll in Wasser unlöslich, dagegen in Alkohol löslich ist.

[11]) (S. 355.) Von Braunalgen (Phaeophyceae) ist bisher nur eine einzige Art von sehr einfachem, an die Ektokarpen erinnernden Bau in Süßwasserseen (zuerst von Alexander Braun im Tegeler See bei Berlin) gefunden worden (Pleurocladia lacustris). Zahlreicher sind die Florideen des süßen Wassers (Batrachospermum, Chantransia, Lemanea, Hildenbrandia); merkwürdiger Weise sind sie fast alle auf die Gebirgswässer beschränkt.

[12]) (S. 359.) Ein Fukus (F. virsoides) und zwei Sargassumarten (S. linifolium und Hornschuchii) kommen im Mittelmeer vor.

[13]) (S. 362.) Die Blätter des Birnentang und seiner Verwandten entstehen durch Spaltung und Zerreißung des Thallus, ähnlich wie die Fiedern der Palmenblätter.

[14]) (S. 365.) Außer der rothen Schneealge der Alpen (Haematococcus nivalis, Abbildung Bd. I, S. 334), die auch im ewigen Schnee anderer Hochgebirge, selbst unter dem Aequator beobachtet wurde, leben in diesem noch einige andere mikroskopische Algen; noch reicher ist die mikroskopische Flora in den ewigen Schnee- und Eisfeldern Grönlands, die durch diese dem bloßen Auge unsichtbaren, aber im Schmelzwasser des kurzen Sommers unendlich massenhaft vermehrten Pflänzchen auch braun, grün und gelb gefärbt werden (Diatomeen, Desmidieen, Blaualgen).

[15]) (S. 365.) Vergl. die Abbildung von Lithophyllum S. 382.

[16]) (S. 367.) Chun, „Die pelagische Thierwelt in großen Meerestiefen." Vortrag bei der deutschen Naturforscherversammlung in Bremen, 1890.

[17]) (S. 370.) *πλάγκτον* von *πλάζω*, umherirren, das Unstete, nicht Feststehende.

[18]) (S. 376.) Der Rhein enthält bei niedrigem klarstem Wasser in hundert Hektoliter (hundert Kubikmeter) Wasser etwa zwei Kilogramm, bei Hochwasser dreißig, ja fünfzig und mehr Kilogramm Schlamm.

[19]) (S. 384.) Man hat berechnet, daß der Rhein alljährlich soviel kohlensauren Kalk ins Meer spült, daß daraus 332 539 Millionen Austern ihre Schalen verfertigen könnten.

[20]) (S. 385.) Agar-Agar ist eine Gallerte, die aus asiatischen Florideen durch Kochen bereitet wird (Gracilaria lichenoides von Ceylon, Eucheuma spinosum von Java, Gloepeltisarten von Japan und China). Das sogenannte irländische oder Caragheenmoos, das beim Kochen ebenfalls eine Gallerte giebt, stammt von den in der Nordsee gemeinen Florideen Chandrus crispus und Gigartina mamillosa.

[21]) (S. 387.) Das Seewasser hat in allen Meeren und in allen Tiefen die nämliche prozentische Zusammensetzung seiner Salzbestandtheile; diese Thatsache beweist, daß eine innige Durchmischung aller Bestandtheile im Meere ununterbrochen vor sich geht. Nur die Menge des Wassers, und davon abhängig die größere oder geringere Dichtigkeit (spezifisches Gewicht) ist lokal und zeitweise verschieden, je nachdem Flüsse oder Regengüsse eine größere Verdünnung, oder umgekehrt Verdunstung oder Eisbildung eine stärkere Konzentration bewirken. Die Menge der im Seewasser aufgelösten Luft ist verschieden nach der Temperatur und Tiefe; der Sauerstoff, der in der Atmosphäre ein Fünftel ausmacht, beträgt in der Luft des Meerwassers ein Drittel; auch ist diese bei weitem reicher an Kohlensäure, ganz besonders in großen Tiefen.



Die Welt im



Wassertropfen.





Die Welt im Wassertropfen.

I.

Es war um die Mitte des Septembers 1675, als dem durch das Vergrößerungsglas geschärften Auge des Antony van Leeuwenhoek zum ersten Male der Anblick einer unsichtbaren Welt zu Theil wurde, welche den Erdboden, die Luft und insbesondere das Wasser mit Leben erfüllt. Ohne gelehrte Bildung, aber mit lebhaftem Forschertrieb begabt, wie ihn das siebzehnte Jahrhundert, das Zeitalter großer naturwissenschaftlicher Entdeckungen, in so vielen Geistern anregte, hatte Leeuwenhoek schon als Jüngling den Kaufmannsladen von Amsterdam verlassen, in den er als Lehrling eingetreten war, und sich in seiner Vaterstadt Delft mit dem bescheidenen Posten eines „Bewahrers der Schöppenkammer" begnügt; seine Muße aber und sein großes mechanisches Talent verwendete er zum Schleifen von Vergrößerungsgläsern, mit denen er anfänglich nach Dilettantenart Mückenflügel und Bienenstachel, Schmetterlings-

schuppen und Moospflänzchen beobachtete. Aber die bis dahin unerreichte Vollkommenheit der von ihm verfertigten einfachen Mikroskope und seine unbefangene Beobachtungsgabe enthüllten ihm bald „verborgene Naturgeheimnisse", von denen er der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in London, dem damaligen Mittelpunkte aller wissenschaftlichen Forschungen, in begeisterten Briefen Nachricht gab.[1])

Leeuwenhoek war auf den Gedanken gekommen, unter eines seiner Mikroskope ein Glasröhrchen voll Regenwasser zu bringen, das wenige Tage in einer ausgepichten Tonne gestanden hatte. Er entdeckte darin zu seiner Ueberraschung eine große Zahl lebender Geschöpfe verschiedener Art, wohl zehntausendmal kleiner, als die winzigsten Wasserinsekten; eine Art schien ihm vorn zwei Hörnchen zu tragen, die sich ununterbrochen bewegten, wie die Ohren eines Pferdes, hinten schleppte sie einen langen Schwanz nach; eine andere Art veränderte beständig ihre Gestalt; eine dritte zerfloß, sobald das Wasser vertrocknete; eine vierte Art, in der wir Bakterien vermuthen, war so klein, daß Leeuwenhoek ihre Gestalt nicht unterscheiden konnte, und gerade sie bewegten sich am lebhaftesten. Frisch aufgefangenes Regenwasser, frisch geschmolzener Schnee zeigten keine Thierchen; sobald jenes aber einige Tage gestanden hatte, erschienen die Geschöpfe und vermehrten sich von Tag zu Tag.

Im ersten Augenblick glaubte Leeuwenhoek die beweglichen Atome zu erblicken, aus denen nach der Philosophie des alten Demokritos alle Körper bestehen, und aus deren Wirbeln auch sein Zeitgenosse Descartes die Welt sich aufbauen ließ. Bald aber überzeugte er sich, daß er es mit Thierchen (animalcula) zu thun habe, die dem bloßen Auge unsichtbar, den Wassertropfen bewohnen.

Ein halbes Jahr später, im Jahre 1676, übergoß Leeuwenhoek gestoßenen Pfeffer mit Wasser, um zu untersuchen, woher wohl der brennende Geschmack dieses Gewürzes rühren möge. Zu seiner größten Verwunderung entdeckte er wenige Tage darauf in diesem

Pfefferaufguß wiederum eine unglaubliche Menge außerordentlich kleiner Thierchen, ähnlich denen des Regenwassers, aber von verschiedener Art, die größten nicht dicker als das Haar einer Blattlaus; in jedem Tropfen schwammen 6000—10 000 solcher Thierchen, die seitdem von diesem Experimente den Namen der Aufgußthierchen, Infusionsthierchen oder Infusorien erhalten haben. Heute werden sie gewöhnlich als Urthierchen, Protozoen bezeichnet.

Durch diese Beobachtungen ist Leeuwenhoek der Entdecker einer neuen Welt geworden, welche die Alten nicht kannten, und die für unsere wissenschaftliche Naturkenntniß nicht minder außerordentliche Bedeutung gehabt hat, wie die Entdeckung von Amerika für unsere volkswirthschaftliche Entwickelung.

Kann es uns wundern, daß die Entdeckung einer neuen Welt von unzähligen kleinen Wesen, die bis dahin kein menschliches Auge gesehen hatte, den Zeitgenossen ebenso märchenhaft erschien, wie einst die Nachrichten von den Millionen Menschen im fernen Ostasien, welche dem kühnen venetianischen Entdecker Marco Polo den Spottnamen des „Messer Millioni" verschafft hatten?

Selbst die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften in London konnte sich anfangs nicht entschließen, den Berichten des Delfter Philosophen Glauben zu schenken; denn keines ihrer Mikroskope reichte aus, die von ihm beschriebenen Geschöpfe sichtbar zu machen. Schon war man geneigt, an Täuschungen zu denken, als in der denkwürdigen Sitzung vom 15. November 1677 der Präsident der Königlichen Gesellschaft, Robert Hooke, der Entdecker der Pflanzenzellen, der erstaunten Versammlung die Mittheilung machte, daß es ihm endlich nach jahrelangem vergeblichen Bemühen gelungen sei, ein Mikroskop zu bauen, mit dessen Hilfe auch er im Pfefferaufguß eine Unzahl ungewöhnlich kleiner Thiere habe sehen können.[2]) Man kann sich die Ueberraschung vorstellen, welche die Mitglieder darüber empfanden! Alles drängte sich an Hookes Mikroskop, um sich von der unglaublichen Thatsache zu überzeugen; es wurde be-

schlossen, ein Protokoll aufzunehmen, und da sich unter den Unterzeichnern Namen von Weltruf, wie Christopher Wren, der Erbauer der Londoner Paulskirche, Nehemias Grew, einer der Begründer der mikroskopischen Pflanzenanatomie, befanden, so konnte fortan an der Existenz einer unsichtbaren Welt im Wassertropfen nicht weiter gezweifelt werden.

Erst ein volles Jahrhundert nach Leeuwenhoek fand sich ein Forscher in Dänemark, Otto Friedrich Müller, der zwölf Jahre seines Lebens auf die Beobachtung der Aufgußthierchen verwendete, von denen er in den süßen und Meergewässern von Kopenhagen an 380 verschiedene Arten benannte und abbildete. Im Verlaufe des neunzehnten Jahrhunderts mehrte sich in raschem Verhältniß die Zahl der Naturforscher, welche mit immer vollkommeneren Instrumenten in die unsichtbare Welt einzudringen suchten; außer zahlreichen Thiergeschlechtern wurde auch eine eigenthümliche mikroskopische Flora entdeckt, deren Gestaltung und Entwickelung durchaus verschieden ist von den sichtbaren Gewächsen. War Leeuwenhoek der Kolumbus dieser neuen Welt gewesen, so können wir Christian Gottfried Ehrenberg (1795—1876) als den Humboldt derselben bezeichnen; denn seit dem Jahre 1829 bis zu seinem Tode hat Ehrenberg mit eisernem Fleiße deren verborgene Gebiete bis an die äußersten Grenzen durchforscht und nicht bloß die mikroskopischen Wesen genauer und getreuer als seine Vorgänger beschrieben, abgebildet und geordnet, sondern auch die ungeahnte Bedeutung enthüllt, welche den Geschöpfen der unsichtbaren Welt in der gesammten Naturordnung zukommt, nicht bloß in der Gegenwart, sondern auch in den früheren geologischen Zeitaltern.[3])

Was in dieser Welt dem Laien am meisten auffällt, das ist die ungemeine Kleinheit der zu ihr gehörigen Wesen, für die unsere gewöhnlichen Anschauungen gar keine Vorstellung gewähren — und die Unzahl, in der dieselben im kleinsten Raume sich zusammendrängen, welche ebenfalls alle uns geläufigen Zahlen übertrifft.

Die größten Infusorien lassen sich mit bloßem Auge eben noch als kleine, im Wasser hin- und herschwimmende Strichlein und Punkte erkennen; aber von diesen Riesen der unsichtbaren Welt zieht sich eine ununterbrochene Reihe bis hinab zu den kleinsten Bakterien, die auch unter tausendfacher Vergrößerung nur als Punkte erscheinen.

Aber eben darin findet die geringe Größe der mikroskopischen Wesen ihr wunderbares Gegengewicht, daß je kleiner eines ist, in desto unbegreiflicherer Anzahl es sich vermehrt; in einem Glase Wasser leben oft mehr Thiere und Pflanzen bei einander, als es Bäume und Kräuter auf der ganzen Erde geben mag. Dadurch werden diese Geschöpfe mitunter auch für das unbewaffnete Auge sichtbar, zwar nicht als Einzelwesen, wohl aber als Massen, indem sie Trübungen und Färbungen des Wassers, Ueberzüge auf anderen Körpern, Schlamm und Erdarten bilden.

Hält man dagegen die Größenverhältnisse, von denen das Schwesterinstrument des Mikroskops, das Teleskop, uns Kunde giebt, jene Billionen Meilen, die zwischen der Sonne und selbst dem nächsten Fixsterne liegen, jene Myriaden Sonnen, die in jedem neu aufgelösten Nebelfleck uns entgegenfunkeln, so erweitert sich unser Blick in ungeahnter Weise über die enge Sphäre der gemeinen Sinneseindrücke; wir erkennen, daß, was wir unsere Welt zu nennen gewohnt sind, nur ein unendlich kleiner Theil des Weltganzen ist; die Unermeßlichkeit des Kosmos, welche sich ebenso im Wassertropfen wie in den Weltsystemen darstellt, tritt uns in überwältigender Größe, gleichsam sichtlich und faßbar entgegen.

Der Naturforscher aber erkennt in der unsichtbaren Welt die Pforten, durch welche er am leichtesten in die Geheimnisse der sichtbaren Welt eindringt; denn dort findet er nicht nur die kleinsten, sondern auch die einfachsten Wesen, in denen die Grundgesetze des Lebens leichter verhüllt und der Forschung darum zugänglicher sind. Denn die Thiere und Pflanzen dieser Welt sind nicht zusammen-

gesetzte Organismen; in ihnen tritt die Urform des Lebens, die Zelle, in ihrer einfachsten Gestaltung und Lebensthätigkeit auf, an jenem gemeinsamen Ausgangspunkte, wo die Eigenthümlichkeiten des Thier- und Pflanzenreichs zusammenfließen oder vielmehr erst wenig oder noch gar nicht gesondert sind.

II.

Versuchen wir nun, Umschau zu halten in der Welt der Pygmäen; zu anschaulichem Verständniß thäte freilich der unmittelbare Anblick dieses Mikrokosmos Noth, wie wir ihn eben nur mit Hilfe des Mikroskops uns verschaffen können. Leider ist das Mikroskop noch lange nicht so verbreitet, wie dieses unschätzbare Instrument es verdient. So schlimm ist es heute freilich nicht mehr, wie im vorigen Jahrhundert, wo ein Arzt, der auf einer Reise in einem bayerischen Dorfe gestorben war, seines Mikroskops wegen für einen Zauberer erklärt und ihm das Begräbniß verweigert wurde; die Bauern, die seinen Nachlaß untersuchten, hatten darunter auch ein Büchschen gefunden, das auf beiden Seiten mit Gläsern verschlossen war; als sie in dasselbe hineinschauten, erblickten sie zu ihrem Schrecken ein schwarzes haariges Ungeheuer und erklärten dasselbe für einen Teufel, den der Verstorbene mit sich herumgeführt habe; erst als ein Muthiger das geheimnißvolle Büchschen aufbrach, überzeugte man sich, daß es bloß ein einfaches Mikroskop und in demselben ein ganz gewöhnlicher Floh befestigt war, der von den Glaslinsen und dann noch von der Angst vergrößert zum Dämon aufgeschwollen war.

Doch auch noch heutzutage versagt sich der größte Theil unserer gebildeten Kreise den unerschöpflichen Genuß, den das Mikroskop nicht nur dem Gelehrten, sondern auch dem Laien gewähren kann. Statt der unnützen Nippessachen, die unsere Putztische verunstalten, sollte auch bei uns ein solches Instrument die Zierde jeden Salons sein, wie dies in England bereits häufig der Fall

ist. Ist ja doch jetzt der Preis desselben so mäßig, daß die Kostbarkeit Niemand abzuschrecken braucht; man erhält heute für 100 bis 150 Mark, ja für 45—60 Mark, von minder renommirten Fabriken sogar noch billiger, Mikroskope, die uns nicht nur in müßigen Stunden eine anmuthige, immer neue Zerstreuung gewähren, sondern auch die Erkenntniß der Natur vertiefen und dem eifrigen Beobachter selbst zu neuen Entdeckungen Veranlassung geben können.

Gerade die Welt der mikroskopischen Thiere und Pflanzen umschließt die reizendsten dissolving views, die farbenreichsten, in jedem Momente wechselnden Bilder; der einzige Schlüssel zu ihren Geheimnissen ist eben das gewöhnliche „zusammengesetzte Mikroskop oder Compositum", dasselbe Instrument, mit dessen Hilfe auch der Naturforscher im einsamen Arbeitszimmer seine Entdeckungen macht.[4]) Das Sonnen- oder Gasmikroskop, dessen Bilder freilich von einer ganzen Gesellschaft auf einmal betrachtet werden können, ist gerade für die Erkenntniß der Infusorienwelt nicht brauchbar, da seine starken Vergrößerungen hierfür nicht deutlich genug sind.

Wer aber nicht selbst im Besitz eines Mikroskops ist, den ersuche ich, ein Instrument zu Hilfe zu nehmen, das diesem Mangel wenigstens einigermaßen abhelfen kann, und das Jedem ohne alle Umstände in jedem Augenblick zur Verfügung steht. Ich meine die Phantasie. Stellen wir uns vor, wir hätten einen von mikroskopischen Wesen erfüllten Wassertropfen unter ein gutes Mikroskop gebracht und ständen im Begriff, über seine lebendigen Bewohner Musterung zu halten. Wir erblicken einen hellglänzenden Kreis und darin ein lebhaftes Treiben und Wimmeln zahlloser unbekannter Gestalten; es fällt schwer, in dem chaotischen Gewirr sich zu orientiren. Hier biete ich mich als Führer an; was sich unseren Blicken entgegenstellt, das werde ich mit einigen Worten zu deuten und zu erläutern suchen; naturgetreue Abbildungen sollen die kurze Beschreibung ergänzen. Die Wesen, die wir beobachten werden, sind

in Wirklichkeit nicht immer gleichzeitig im Wassertropfen vorhanden; die Vorgänge, die wir verfolgen, werden nicht immer in demselben Momente sich zusammenfinden; ich nehme hier für mich dieselbe Freiheit in Anspruch, die dem Romanschriftsteller, dem dramatischen Dichter gewährt ist, der das durch Zeit und Raum Getrennte in wenige Momente zusammenfaßt, das Unwesentliche übergeht und die gemeine historische Wahrheit oft verletzt, um die innere Naturwahrheit desto klarer hervortreten zu lassen.

Zuvor muß ich noch darüber Auskunft geben, woher der Wassertropfen entnommen ist, den wir zu unserer Untersuchung bestimmt haben. Nicht alles Wasser ist zu mikroskopischen Beobachtungen geeignet, weil es gar kein oder zu wenig Leben beherbergt.

So ist vor allem das Brunnen- oder Quellwasser dazu untauglich. Es ist ein sehr verbreiteter Glaube, daß wir in jedem Glas Wasser, das wir trinken, Millionen lebendiger Thierchen mit hinunterschlucken; manches empfindsame Gemüth mag sich bei dieser Vorstellung entsetzt haben. Aber diese Besorgniß ist ganz unbegründet; reines, frisches Brunnenwasser enthält gar keine oder nur sehr wenig lebende Wesen. Die Infusorien, wie alle Thiere, können ohne Nahrung nicht bestehen; die Baustoffe zu ihren Körpern werden ihnen von noch kleineren Pflanzen zubereitet; diese aber bedürfen so gut wie die großen Bäume und Kräuter des Lichtes, um aus dem Wasser lebendes Protoplasma zu erzeugen. Daher gedeiht in den tiefen, vom Licht abgeschlossenen, meist mit tödtlicher Kohlensäure erfüllten Brunnenschachten kein Leben; nur wenn in einem Brunnen das Wasser verunreinigt und durch faulende Stoffe verdorben ist, so entwickeln sich in ihm lichtscheue, Gährung liebende Pilze und Aufgußthierchen.

Auch das Wasser der größeren Flüsse und in noch höherem Grade das filtrirte der Wasserleitungen ist, wenn auch nicht frei, so doch sehr arm an mikroskopischem Leben. Selbst faules, trübes, stinkendes Wasser, das man gewöhnlich für die eigentliche Fund-

stätte der mikroskopischen Wesen hält, ist für unseren Zweck wenig geeignet; solches Wasser ist zwar unendlich reich an Infusorien, aber es sind nur wenige gemeine Arten, die Hefe der mikroskopischen Welt, die in diesen Stätten der Gährung und Verwesung sich wohl fühlt.

Die schöneren, interessanteren Formen dagegen lieben das frische, klare, stille Wasser, wie es in kleineren Seebuchten, in Teichen, Lachen, Gräben die schwimmende blüthendurchflochtene Decke der Nymphäen, Hydrocharen und Kreuzlinsen umspült, von winzigen Wasserkrebsen, Daphnien und Cyklopen, von Blutegeln und Wasserschnecken belebt wird. Wenn solche Wasserflächen von der Sonne beschienen werden, dann steigen ihre bunt gefärbten mikroskopischen Bewohner in Schaaren an die Oberfläche, so daß dieselbe von ihnen bald blutroth, bald gelb, bald bläulich, bald grün, bald braun gefärbt wird; eine solche „Wasserblüthe" kann die Beschaffenheit einer dicken Oelfarbe annehmen, mit der man Bilder koloriren könnte.[5])

Von einer solchen Quelle haben wir einen großen Wassertropfen entnommen; wir legen ihn auf eine Glasplatte, bedecken ihn zum Schutze gegen die Verdunstung mit einem möglichst dünnen Glasplättchen (Deckglas) und bringen ihn unter das Mikroskop, um das in ihm verborgene Leben zu belauschen. So wie wir in das Mikroskop hineinblicken, so ist es uns wie jenem Derwisch aus Tausend und einer Nacht, dessen Auge mit der Zaubersalbe bestrichen ward: mit einem Male erschließt sich vor uns die ganze Pracht und Herrlichkeit einer geheimnißvollen Wunderwelt.

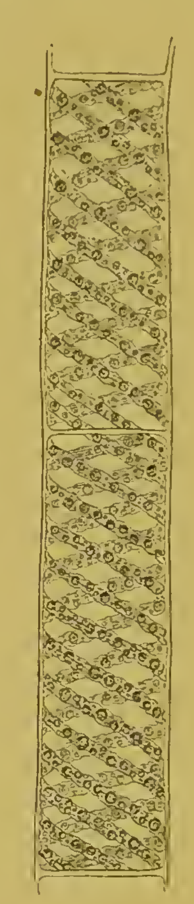
III.

In dem Tropfen erhebt sich ein Wald, dessen Zweige so dicht durch einander geflochten sind, daß sie ein fast undurchdringliches Netz bilden. Mannigfaltig sind die Baumformen, die den mikroskopischen Wald zusammensetzen; alle sind grün, doch in die verschiedensten

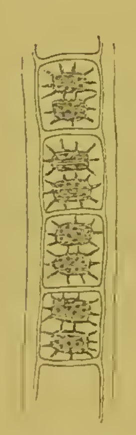


Oedogonium vesicatum.
Vergr. 330.
Nach Thuret.

Töne spielend; alle sind sie blüthen- und blätterlos; der Botaniker bezeichnet sie im Allgemeinen als Konferven und stellt sie gleich den Meerbewohnern zur Klasse der Algen; dem bloßen Auge erscheinen sie als seidiges Fadengespinnst, als grüner Haarfilz oder Schleim. Lassen wir unser Auge einen Augenblick auf einzelnen Gestalten haften! Hier schießen neben einander zahlreiche, lange, biegsame Stämme empor, gleich transparenten Krystallsäulen, die aus trommelförmigen Gliedern zusammengesetzt sind; diese sind inwendig hohl und gleichmäßig grün austapezirt (Oedogonium). In anderen Konferven sind die Glieder mit zierlichem, einfachem oder doppeltem, grünem Bande umwunden, das einer Guirlande gleich, im Innern sich schraubenförmig emporschlingt (Spirogyra); bei anderen schweben in jedem Gliede zwei grüne, in Strahlen auslaufende Sterne (Zygnema); es sind dies verschiedene Formen der Farbstoffträger oder Chromatophoren, die mit dem grünen Pigment des Chlorophylls durchtränkt sind.



Spirogyra decimina.
Vergr. 300. Nach Kützing.



Zygnema stellinum.
Vergr. 300.
Nach Kützing.

Dort erhebt sich dichtes Gebüsch von grünen, reich verzweigten Sträuchern (Cladophora) (vgl. Abb. S. 355). Eine stecknadelkopfgroße Wasserschnecke, die im Tropfen dahinkriecht, gleicht einem bewaldeten Berge; entenblaue oder purpurviolette Bäumchen wurzeln

auf dem Gehäuse; ihre rosenkranzartig gegliederten Stämmchen theilen sich oben in Aeste, die Aeste in Zweige, die Zweige in Zweiglein, welche Schnürchen von kleinen Malachit- oder Türkisperlen gleichen (Batrachospermum). Daneben sproßt lichtgrünes Gesträuch, wo jeder Zweig in eine durchsichtige, peitschenförmige Spitze ausläuft (Draparnaldia).

In der vorhergehenden Vorlesung hatten wir gezeigt, daß alles Leben aus dem Meere hervorgegangen ist;[6]) doch konnte weder die hohe See, noch die unergründliche Tiefe die Wiege des Pflanzenlebens sein; da, wo Licht und Wärme der Sonne am kräftigsten wirken, im flachen Gewässer, nahe der Scheidelinie zwischen dem Meere und dem aufsteigenden Festlande ist das Pflanzenleben ins Dasein getreten; von hier aus hat es sich abwärts nach der Hoch- und Tiefsee, aufwärts über das Festland und in die Flüsse verbreitet. Die Konferven des süßen Wassers sind als verkümmerte Nachkommen der grünen Algenflora anzusehen, welche an der Küste den oberen Saum des Meeres bewohnt; sie sind mit ihr in Bau und Entwickelung so nahe verwandt, daß viele Geschlechter dem süßen und dem Salzwasser gemeinsam sind.



Draparnaldia glomerata. Vergr. 300. Nach Kützing.

So winzig aber auch die Bäume und Sträucher in unserem Wassertropfen, so verrichten sie doch die nämliche Arbeit wie die Wälder und Wiesen des Festlandes. Wenn die Sonne ihre mit grünem Chlorophyll erfüllten, fadenförmig aneinander gereihten Zellen durchleuchtet, so saugen sie die in allem Wasser aufgelöste Kohlensäure ein, scheiden aus ihr die Kohle ab, verbinden diese mit Wasser und erzeugen daraus Stärkekörner, die sich wie glänzende

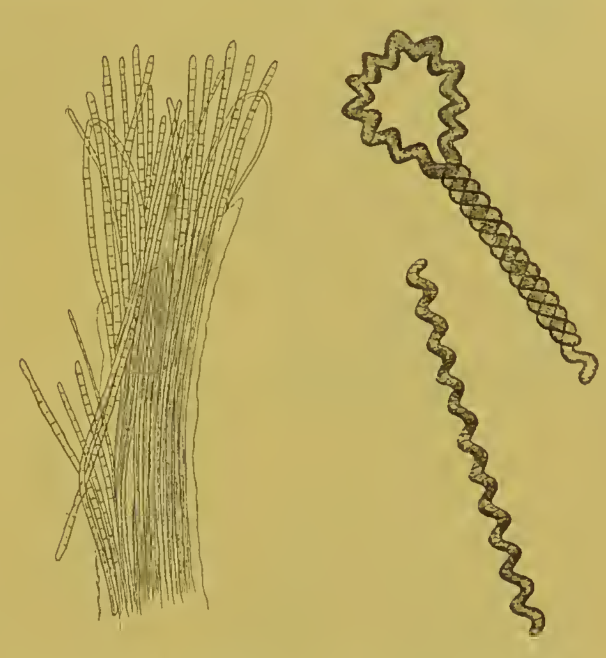
Perlen in den grünen Farbstoffträgern ablagern. Die Stärke oder den aus ihrer Verflüssigung gebildeten Zucker verbinden die Algen alsdann mit Ammoniak oder Salpetersäure, von denen Spuren sich in jedem Wassertropfen finden; sie bilden daraus die Baustoffe des Lebens: Eiweiß und Protoplasma. Der Sauerstoff, den die Algen von der Kohlensäure abgespalten haben, wird aus den grünen Zellen ausgetrieben; daher sehen wir in unserem Tropfen bei Sonnenschein zahlreiche Bläschen von Sauerstoffgas zwischen den Konferven hervortreten und anwachsen; wenn die Sonne den Konfervenwald lange durchstrahlt, so beginnt das Wasser zu sieden und zu schäumen.

In der Nacht verschwinden die am Tage gebildeten Stärkekörner aus den Zellen der Konferven; sie werden wieder zu Zucker verflüssigt und theils bei der Athmung verbrannt, theils zum Wachsthum verbraucht; haben die Zellen ihre doppelte Länge erreicht, so theilen sie sich durch eine Querscheidewand in zwei gleiche Hälften; durch fortgesetzte Theilungen entsteht der einreihige Zellenfaden der Konferve, der sich stetig verlängert, oft auch verzweigt.

IV.

Zu den Füßen des Konfervenwaldes breitet sich ein spangrüner Teppich, den wir einer mikroskopischen Wiese vergleichen können; er ist gewebt aus langen dünnen, blaugrünen Fäden, die unter einander dicht verflochten und verfilzt sind; jeder Faden ist wie eine Geldrolle aus über einander gelegten schmalen Scheiben aufgebaut. Aber siehe da! unter unseren Augen entwirren sich die Fäden und kriechen strahlig hinaus in die Weite; wir sehen ihre Enden im Wassertropfen sich wie Kegelpendel im Kreise drehen, und gleichzeitig die ganzen Fäden schlangenähnlich sich hin und her beugen, krümmen und wieder gerade strecken. Einzelne Fäden, die sich durch besondere Lebhaftigkeit ihrer Bewegungen auszeichnen, sind pfropfen-

zieherartig gewunden; wenn ihre Spitzen sich aus dem Gewirr herausschrauben und gleich einer Peitschenschnur heftig um sich schlagen, so kommt es wohl vor, daß das eine Fadenende sich um das andere herumschlingt und sich sozusagen um sich selbst schraubt, oder daß zwei Fäden sich in einen Zopf um einander winden. Alle diese Fäden gehören trotz ihrer wunderlichen Bewegungen unter die Algen; wir bezeichnen sie als Schwingfäden (Oscillaria) und als Schraubenfäden (Spirulina). Bei ihnen ist das grüne Chlorophyll stets mit einer blauen oder purpurnen Begleitfarbe gepaart, so daß die Mischung einen blaugrünen oder violetten Ton erhält; sie gehören deshalb in die Gruppe der Blaualgen (Kyanophyceen). Viele Arten der Schwingfäden sind durch ihre Lebensfähigkeit in heißem Wasser ausgezeichnet, in welchem die hellgrünen Algen zu Grunde gehen; sie sind daher Bewohner der warmen Fabrikwässer und der warmen Quellen, deren Abflußrinnen sie wie mit einem blaugrünen Plüschteppich auspolstern. Vermuthlich haben Blaualgen bereits das Urmeer in jener allerältesten Zeit bewohnt, als dasselbe zuerst über die kaum erkaltete Erdrinde sich niedergeschlagen hatte, und seine Temperatur noch zu hoch war, um anderen Algengeschlechtern die Existenz möglich zu machen.

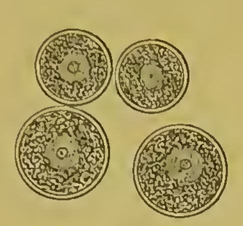


Oscillaria repens. Vergr. 250. Nach Kützing.

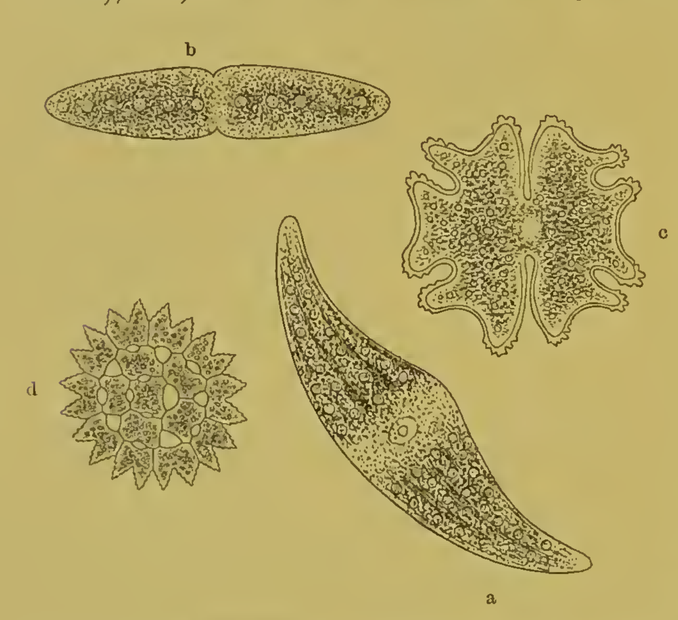
Spirulina Jenneri. Vergr. 250. Nach Cohn.

Wie in der großen Natur, so birgt auch der Wald des Wasser=

tropfens unter dem Schatten seiner Bäume und Sträucher eine kleinere Flora; aber wie seltsam sind die Pflänzchen, die sich hier zusammenfinden! Meist sind es einzelne Zellen, die ein freies Leben führen, ohne je mit anderen in geselligen Verband zusammen zu treten: einzellige Algen, wie wir sagen; nicht selten jedoch haben sich eine Anzahl dieser Zellen zu einer Familie verbunden. In einfachster Gestalt erscheinen sie als grüne Kugeln von mathematischer Regelmäßigkeit (Protococcus). Dort sind es grüne Sicheln, dem jungen Monde ähnlich, oder schlanke Spindeln (Closterium); nicht weit davon erblicken wir große Scheiben, am Rande sternförmig ausgeschnitten, wie ein Maltheserkreuz oder ein Ordensstern (Enastrum, Micrasterias). An anderen Stellen finden wir smaragdgrüne Ketten mit Zacken und Riefen (Desmidium); nach ihnen führt die ganze Familie dieser anmuthigen Gebilde den Namen der Desmidiceen. Zu einer anderen Familie gehören jene grünen Räder mit ausgezacktem Rand, von fünf Speichen zusammengehalten (Pediastrum); alles von der zierlichsten, durchbrochenen Arbeit, wie kein Goldschmied sie geschmackvoller modelliren könnte. Ge=



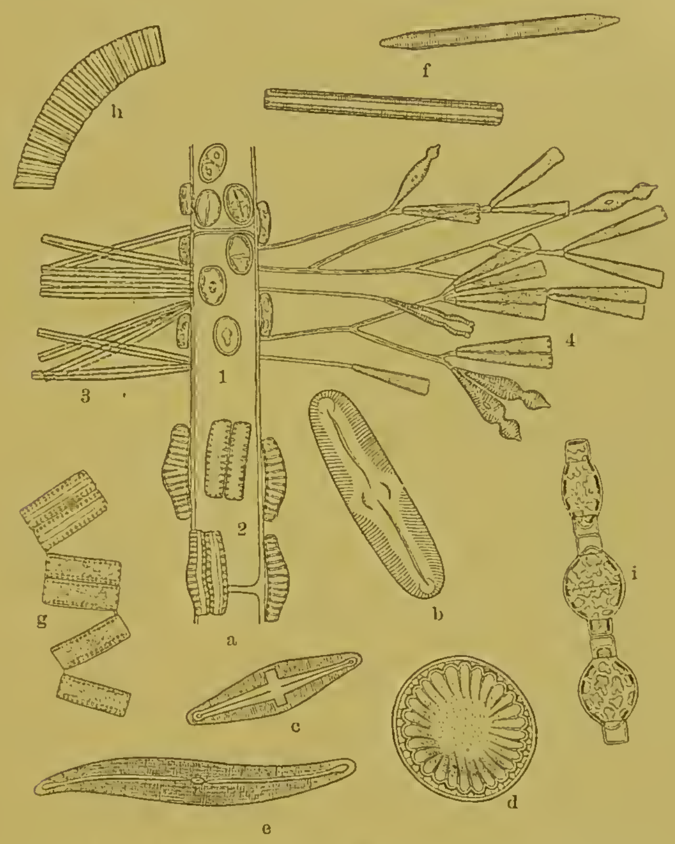
Protococcus infusionum. Vergr. 250.



a Closterium Ehrenbergii. b Penium Digitus. c Enastrum oblongum. Nach Ralfs. d Pediastrum Boryanum. Vergr. 150.

hoben durch ihr leuchtendes Grün, gehören diese Algen ohne Zweifel zu den schönsten Formen der mikroskopischen Welt.

Wie die Bäume unserer Forsten, so sind auch die des Kon=



Diatomeen (Bacillarien). Vergr. 250. Nach Kützing.
a Ein Konfervenfaden besetzt mit epiphytischen Diatomeen. 1. Cocconeis Pediculus. 2. Epithemia Sorex. 3. Synedra oxyrrhynchus. 4. Gomphonema constrictum. b Pinnularia viridis. c Stauroneis Phoenicentrum. d Campylodiscus noricus. e Pleurosigma attenuatum. f Synedra Ulna. g Diatoma vulgare. h Fragillaria virescens. i Melosira varians. Vergr. 300.

fervenwaldes mit Schmarotzerpflanzen oder Epiphyten bekleidet. Aber wenn die braune Rinde unserer Waldbäume oft ganz unter dem Grün der Moose, die auf ihnen wuchern, verschwindet, so sind umgekehrt die grünen Konfervenstämmchen oft bis zur Undurchsichtigkeit mit braunen Schmarotzern überzogen. Auch diese sind einzellige Algen;

sie gehören zur Familie der Diatomeen, die wir bereits im Plankton des Meeres und in den Ablagerungen der Tiefsee angetroffen haben; doch sind die Diatomeen des süßen Wassers in der Regel kleiner und einfacher gestaltet, als die des Meeres. Bald gleichen sie zierlichen Dosen (Cyclotella), bald langen Stäbchen mit abgerundeten oder zugespitzten Enden (Synedra), spitzen Keilen (Sphenella), gekrümmten Bogen (Epithemia). Bei vielen Diatomeengeschlechtern sind die Zellen familienweise zu gegliederten Fäden, Bändern oder Zickzackketten gereiht (Melosira, Fragillaria, Diatoma); andere sind mit kurzen oder langen, gabelästigen Gallertstielen auf den Konfervenstämmen festgewurzelt, wie der Mistelbusch auf dem Apfelbaum (Gomphonema, Cocconema). Alle diese Diatomeen besitzen eine fein gerippte, glasähnliche Schale, die in der That gleich dem Bergkrystall aus reiner Kieselerde besteht; sie ist wie eine Glasdose aus zwei Hälften gebildet, von denen die größere über die kleinere übergreift; ihr wasserheller Plasmaleib umschließt einen Zellkern und kastanienbraune Farbstoffträger in Form von Platten oder Körnchen.

Nicht alle Diatomeen sind jedoch an den Konferven festgeheftet; viele unter ihnen leben frei und bewegen sich lebhaft in unserem Wassertropfen; diese gleichen schlanken Kähnen mit festen Rippen und spitzem Bug, oder sie sind S förmig gleich einer Schiffsschraube gebogen; ihre Kieselpanzer sind zumeist von einer mittleren Längsfurche wie von einem Kiel durchzogen; an den beiden Enden und in der Mitte werden starke Glasknoten sichtbar (Nitzschia, Surizella, Pinnularia, Pleurosigma). Diese mikroskopischen Schiffe durchschneiden, von geheimnißvollen Triebkräften bewegt, langsam, aber kräftig das Wasser in allen Richtungen; ohne Ruder, ohne Steuer gleiten sie zwischen den Konfervenstämmchen dahin, stehen einen Augenblick still und fahren dann die nämliche Straße zurück, oder sie wenden und nehmen einen anderen Kurs. Stößt eine Diatomee auf einen Kieselsplitter im Wassertropfen, so scheitert das Schiff

nicht etwa an dem mikroskopischen Felsen, sondern dieser setzt sich selbst in Bewegung, gleitet langsam am Schiffsbauch vorüber und läßt denselben unbeschädigt weiter ziehen. Ebenso wenig erfolgt eine Katastrophe, wenn zwei dieser Schiffe auf einander losrennen; sie gleiten harmlos an einander hin und setzen dann ruhig ihren Weg fort. Noch sind unsere Mikroskopiker in Ungewißheit über den Mechanismus, der die krystallenen Boote in Bewegung setzt; nur vermuthet wird, daß ein zarter Plasmafuß durch eine Spalte in der mittleren Längsfurche aus der Kieselschale hervortrete und diese auf dem Boden fortschiebe, wie der Fuß der Schnecke ihr Haus.

Bei solchen Eigenthümlichkeiten im Bau und Leben, wie sie die Diatomeen zeigen, ist es erklärlich, daß viele Naturforscher die braunen Krystallschiffchen den Botanikern nicht gegönnt, sondern sie für das Thierreich in Anspruch genommen haben. Es knüpft sich an diesen Streit sogar eine Gewissensfrage. Bekanntlich ist es den indischen Brahmanen verboten, sich von Thieren zu ernähren. Nun entdeckte Ehrenberg im Wasser des Ganges eine große Menge Infusionsthierchen und schloß daraus, daß die indischen Vegetarianer das Gebot ihrer Religion unbewußt übertreten, da sie mit dem Wasser des heiligen Stromes zahllose Thiere, noch dazu lebendige, hinunterschlucken. Sollte wirklich ein gelehrter Brahmane darüber Gewissensbisse empfinden, so können wir ihn leicht beruhigen; denn die von Ehrenberg im Gangeswasser aufgefundenen mikroskopischen Geschöpfe waren lauter Diatomeen, welche er selbst zwar für Thiere hielt, die aber richtiger jetzt als Pflanzen betrachtet werden.

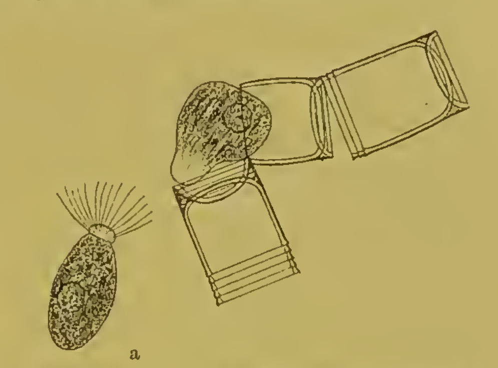
Der Ganges ist nicht der einzige Strom, der von Diatomeen belebt wird. Bekanntlich ist das Wasser unserer Flüsse so wenig durchsichtig, daß es unmöglich ist, von oben den Grund zu erkennen, und daß das eintauchende Ruder schon in ganz geringer Tiefe nicht mehr sichtbar ist. Hält man ein Glas voll Flußwasser gegen das Licht, so nimmt man schon mit bloßem Auge wahr, daß dasselbe

von unzähligen bräunlichen Pünktchen, Flöckchen und Fäserchen so dicht erfüllt ist, wie die Luft von Sonnenstäubchen oder wie der klare Nachthimmel von Sternen. Doch sind diese im Flußwasser schwimmenden Körperchen zum größten Theil weiter nichts als feine Flöckchen von Thonschlamm, die sich nach längerem Stehen zu Boden setzen, und die in den Sandfiltern unserer Wasserleitungen abgeseiht werden; es sind die nämlichen Schlammtheilchen, welche an den Mündungen der Flüsse die Marsch- und Deltabildungen anschwemmen. Indeß fehlt es im Flußwasser auch nicht an lebenden Wesen, namentlich an mikroskopischen einzelligen, grünen und braunen Algen, Pediastreen und Diatomeen. Gerade die Diatomeen häufen sich in den Filtrirbassins, in denen das Wasser unserer großen Flüsse für den Verbrauch in den Städten gereinigt wird, so reichlich und vermehren sich so rasch, daß sie den Boden derselben in wenig Wochen mit einer zusammenhängenden schleimigen Schicht überziehen, welche das Ablaufen des Wassers verhindert und die häufige Erneuerung der Sandfilter nöthig macht. Auch in den Lachen der Torfsümpfe vermehren die Diatomeen sich so massenhaft, daß im Laufe der Jahrhunderte die unverweslichen Skelette der auf einander folgenden Generationen sich klafterhoch aufhäufen; sie stellen dann mächtige Lager leerer Kieselschalen dar, die an der Luft getrocknet, ein feines weißes Pulver oder eine lockere, leichte, graue oder weiße Erde bilden; unter der Bezeichnung: Bergmehl oder Kieselguhr, Bacillarien-, Diatomeen- oder Infusorienerde sind diese Massen in den letzten Jahrzehnten zu verhängnißvoller Bedeutung gelangt. Denn wenn man solche Diatomeenerde mit flüssigem Nitroglycerin sich vollsaugen läßt, so stellt jede Diatomeenzelle eine mikroskopische Glasbombe dar, die mit Sprengöl gefüllt ist. Ein kleiner Würfel von dieser Masse, die unter dem Namen Dynamit in den Handel gebracht wird, ist ein Höllenarsenal von Billionen Sprenggeschossen; wir begreifen es, daß, wenn dieselben im Dienste der Industrie das Granitgewölbe der Alpen sprengen und die Tunnel

für den Weltverkehr aufschließen, sie in der Hand finsterer Mächte blind wüthend Unheil um sich schleudern.

V.

In vielen Konferven unseres mikroskopischen Waldes werden jetzt auffallende Veränderungen sichtbar. Betrachten wir eines jener säulenförmigen Stämmchen (Oedogonium), welche dem bloßen Auge als ein Gewirr feiner grüner Seidenfäden erscheinen; es besteht, wie wir wissen, aus trommelförmigen Zellen, welche wie auf einer Perlenschnur an einander gereiht, Krystallgläsern gleichen, die mit grünem Saft erfüllt sind; in der Mitte jeder Zelle befindet sich ein Zellkern (Abb. S. 402). Im Innern der Zellen beginnt jetzt ein Wallen und Wogen, ein Bilden und Umbilden, der Vorbote kommender Ereignisse. Plötzlich bricht eine der Zellen in der Mitte auf, wie ein Büchschen, dessen Deckel sich aufklappt; es war der in lebendiger Entwickelung begriffene Zellenleib, der Cytoplast, der seine Schale gesprengt hat; nun er sein Zellengefängniß aufgebrochen, stellt er eine grüne Kugel dar, die frei in den Wassertropfen hinaustritt. Mit einem Male sproßt vor unseren Augen an einem Punkte dieser Kugel ein farbloses Köpfchen heraus, das wieder einen Kranz langer Wimpern, gleich einer Halskrause, hervortreibt. Die Wimpern fangen an zu schwingen; die grüne Kugel dehnt sich zur Eiform und dreht sich um ihre Achse; jetzt rollt sie in die Wasserfläche hinaus, die für sie ein Ocean ist, vorwärts und zurück, nach rechts und links, hinauf



Bildung der Schwärmsporen bei Oedogonium vesicatum.
Die Zellen des Fadens brechen auf, unter Zurückklappen eines Deckels. Der Cytoplast tritt als Schwärmspore ins Wasser; a Schwärmspore mit farblosem Köpfchen und flimmerndem Wimperkranz. Vergr. 330. Nach Thuret.

und hinab, in wunderlichen Bahnen. Hätten wir sie nicht mit eigenen Augen aus einer Pflanzenzelle herausbrechen sehen, wir würden keinen Augenblick daran zweifeln, daß es ein Infusions-thierchen sei, das so selbstständig und anscheinend willkürlich seine Bahn durch das Wasser zieht. Inzwischen sind auch die übrigen Zellen unserer Konferve aufgesprengt worden; aus einer jeden ist ihr grüner Inhalt als thierähnliche Kugel ausgeschwärmt.

Wir stehen hier vor einem der Wunder in der Welt des Wassertropfens. Der deutlichste Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren ist nach der gewöhnlichen Ansicht, daß diese sich frei bewegen, jene nicht; aber in unserem Mikrokosmos gilt dieser Satz nicht. Aus einer starren Pflanze gehen Körper hervor, die in freier Bewegung den Thieren gleichen. Oscillarien und Diatomeen sind nicht die einzigen Pflänzchen, die im Wassertropfen umher-kriechen; fast alle Gewächse des mikroskopischen Waldes haben die Fähigkeit, solche thierähnliche Körperchen zu erzeugen, die wir wegen ihres freien Umherschwärmens als Schwärmzellen bezeichnen. Bald verwandelt sich der gesammte Zellenleib in einen einzigen Schwärmer, bald theilt er sich vorher in 2, 4, 8, 16, 32, ja in Hunderte und Tausende von Abschnitten, und dann werden aus jedem Gliede der Alge ebenso viele Schwärmzellen geboren.[7]) Ihre Gestalt gleicht bald einer eirunden, bald einer birnförmigen Perle von Smaragd, mit glashellem Köpfchen oder Schnäbelchen; viele Schwärmzellen besitzen an diesem Schnäbelchen noch einen rothen, funkelnden Punkt, der vielleicht einem Auge entspricht. Eine Pflanzenzelle mit Augen! Es wäre noch unwahrscheinlicher, wenn es nicht feststünde, daß viele Schwärmzellen eine Art Herz besitzen, das heißt eine oder zwei Blasen, die sich abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen, um sauerstoff-reiches Wasser in ihrem Leibe zu vertheilen und diesen dadurch zu beleben. Alle Schwärmzellen aber sind mit Füßen begabt, das heißt mit Bewegungsorganen, durch deren Hilfe sie frei im Wasser dahin-schwimmen. Es sind dies eben die schwingenden Härchen, jener

Wimperkranz am Halse der Schwärmzelle; zuweilen ist ihr ganzer Körper über und über mit einem flimmernden Haarpelz bedeckt, der ununterbrochen schwingt und wirbelt; häufiger noch trägt das farblose Köpfchen an seiner Spitze zwei lange Geißeln, die wie Ruder das Wasser schlagen. Mit Hilfe dieser Härchen oder Geißeln rotiren die Schwärmzellen; einige drehen sich immer nur von links nach rechts; andere umgekehrt, je nach der Algenart, von der sie abstammen. Aber auch die Infusionsthierchen bewegen sich in ähnlicher Weise, indem sie meist nach bestimmter Richtung durch Vermittlung schwingender Wimpern oder Geißeln sich um ihre Achse drehen. Man könnte die Bewegung dieser kleinen Körperchen mit der eines Weltkörpers, z. B. unserer Erde, vergleichen, die auch unter beständiger Achsendrehung ihre Bahn im Raume durchläuft.

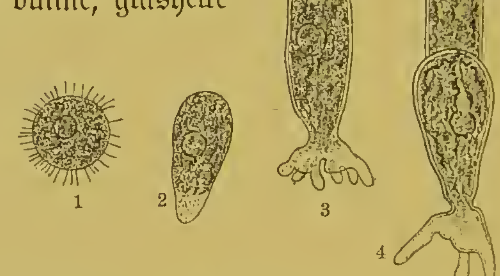
Lenau zählt in einem seiner Gedichte die gleichgültigsten Dinge der Welt auf; nichts aber, meint er, sei unwichtiger als die Frage:

„— Ob nur im Kreise
Gleichmäßig stets das Aufgußthierchen schwimmt,
Ob es vielleicht nach rechts die große Reise,
Vielleicht nach links im Tropfen unternimmt.“

Aber mit dieser Frage haben sich ausgezeichnete Forscher beschäftigt und mit Recht. Denn es waltet auch hierin ein eingeborenes Gesetz, so gut wie bei der Rotationsrichtung der Planeten, von der es doch abhängt, daß für uns Sonne, Mond und Sterne stets im Osten auf- und im Westen untergehen.

Nicht ziellos ist die Bewegung der Schwärmzellen; sie dient ihren Lebenszwecken; von der Sonne werden sie angezogen und bewegen sich in dichten Schwärmen dem Lichte entgegen, das Köpfchen mit dem rothen Augenpunkt vorgestreckt; erst der Rand des Wassertropfens, den sie allmählich mit grünem Saum einfassen, setzt ihrem lichtwärts gerichteten Streben ein Ziel; in einem Wasserglase sammeln sie sich an der zum Fenster gewendeten Seite und überziehen diese mit grünem Anflug.[8]) Sind es doch die Sonnenstrahlen, die in

ihrem vom Chlorophyll grün gefärbten Zellenleibe die lebendigen Kräfte erregen, vermittelst deren sie die Baustoffe für ihre zukünftige Entwickelung vorbereiten. Denn nur wenige Stunden setzen die Schwärmzellen ihre thierähnlichen Bewegungen fort; allmählich wird ihre Achsendrehung langsamer und durch längere Pausen unterbrochen, als erlösche in der ermatteten Zelle die Triebkraft, welche sie eine günstig beleuchtete Stätte aufsuchen ließ; endlich steht sie ganz still. Das farblose Köpfchen, die schwingenden Härchen werden jetzt eingezogen; die ei- oder birnförmige Schwärmzelle rundet sich zur glatten Kugel ab; um diese bildet sich eine dünne, glashelle Schale, eine Zellhaut; die Zeit des freien Umherschwärmens ist nun vorüber, ein neues Leben beginnt. Das frühere Kopfende der Schwärmzelle sproßt zum farblosen Würzelchen aus, das sich jetzt vom Licht abwendet und an irgend einen fremden Körper im Wasser festklammert; das andere Ende verlängert sich allmählich, und indem es sich durch Ziehen von Querwänden in eine stetig vermehrte Zahl von grünen Gliedern theilt, erwächst es endlich zu einem ganz ähnlichen, fadenförmigen Konfervenstämmchen, wie dasjenige, aus dem die Schwärmzelle selbst hervorgebrochen war. Diese ist also ein Organ, durch das die Konferve sich fortpflanzt; sie ist die Keimzelle oder Spore der Konferve und wird deshalb auch Schwärmspore (Zoospore) genannt. Wie der flüchtige Schmetterling aus der starren Puppe, so entschwärmt die Keimzelle, nachdem sie ihre Haut abgestreift, aus



Keimung der Schwärmspore von Oedogonium vesicatum.
1 Schwärmspore zur Kugel sich abrundend. 2 Das Köpfchen sproßt zum Wurzelende aus; 3 dieses entwickelt sich zu einer Haftscheibe; 4 das entgegengesetzte grüne Ende wächst durch Theilung der Zellen zum Konfervenfaden aus. Vergr. 330. Nach Thuret.

dem Verbande der mütterlichen Konferve, um sich eine neue, hell beleuchtete Wohnstätte aufzusuchen.

Seit 50 Jahren wissen wir, daß nicht bloß alle Konferven und die große Mehrheit der übrigen grünen Algen im süßen wie im Meerwasser, sondern daß auch die meisten braunen Seetange sich durch Schwärmsporen fortpflanzen. Selbst die stattlichen Laminarien der nordischen Meere, ja sogar die Giganten der Pflanzenwelt, die Birnentange des antarktischen Oceans haben keine andere Fortpflanzung, als durch mikroskopische Keimzellen, die den feinsten Stäubchen an Größe kaum gleichkommen, aber in unermeßlicher Zahl aus besonderen Mutterzellen in der Rindenschicht dieser Tange hervorschwärmen; jede gleich einer Perle von Goldtopas mit krystallener Spitze, an welcher ein Rubin funkelt und zwei lange Geißelfäden wirbeln. Man hat berechnet, daß eine von den kleineren Braunalgen der Nordsee, der Seebindfaden (Chorda Filum), der einer dünnen Schnur gleicht, auf jedem Quadratcentimeter seiner schleimigen Oberfläche etwa vierzehn Millionen Schwärmsporen in das Meer austreten läßt; würden alle diese zu neuen Pflanzen auskeimen, so hätte der große Ocean nicht Raum genug für die Nachkommenschaft; freilich verfällt der allergrößte Theil dieser Keimbrut als Beute den hungrigen Kleinthieren des Meeresplankton.

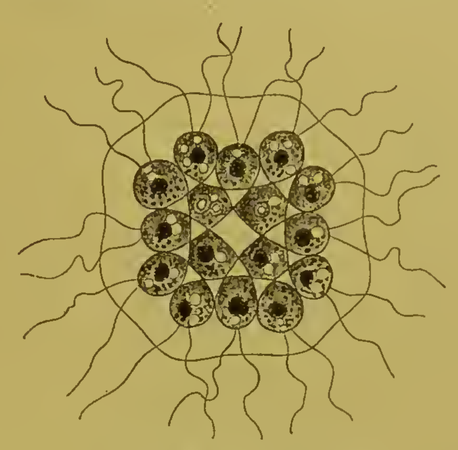
VI.

Was sind aber jene Prachtgestalten, die wir jetzt in einer Lichtung des Konfervenwaldes erblicken? Jene gigantische, frei im Wasser dahinrollende Kugel, die freilich dem bloßen Auge nur in der Größe eines winzigen Sandkörnchens erscheint, unter dem Mikroskop aber einem gestirnten Himmelsglobus gleicht? Auf dem blaßbläulichen Grunde der Kugel sind in regelmäßigem Abstande ein Paar Hundert fünf- bis sechsstrahliger smaragdgrüner Sterne vertheilt, die durch ihre Strahlen unter einander verbunden sind, jeder in der Mitte einen scharlachrothen Karfunkel tragend. (Vgl. Abb.

S. 421.) Langsam wälzt sich die kolossale Kugel um ihre Achse und zieht majestätische Kreise im Tropfen. Und wunderbar — im Innern der lebendigen Sternenkugel erblicken wir sechs kleinere grüne Sphären, die ebenfalls um ihre Achse rotiren; schauen wir genauer zu, so erkennen wir, daß diese kleineren Kugeln ganz ebenso gebaut sind, wie der Ball, in dem sie gemeinschaftlich kreisen: dieselben grünen Sterne, nur dichter gedrängt, mit engeren Zwischenräumen. Leeuwenhoek hatte das reizende Gebilde am 30. August 1698 in einem Graben bei Delft entdeckt und Linné ihm 1758 den Namen Volvox Globator beigelegt. Als man die Schwärmzellen der Konferven noch nicht kannte, mußte man den Volvox um seiner Bewegung willen für ein Thier halten und nannte ihn Kugelthier; jetzt aber wissen wir, daß die grünen Sterne schwärmende Algenzellen sind, die sämmtlich aus einer gemeinsamen Mutterzelle durch deren fortgesetzte Theilungen hervorgegangen sind und sich mit einander zu einer großen Zellenfamilie verbunden haben. Jede der grünen Schwärmzellen streckt zwei lange Geißelfäden ins Wasser hinaus; indem diese in rythmischem Takte sich heben und senken, wird die ganze Zellenfamilie in rollende Bewegung versetzt. Die kleinen grünen Sphären im Innern des großen Balles sind junge Kolonien, welche die Volvoxfamilie auszusenden im Begriff steht; auch sie haben sich aus einzelnen Zellen der Mutterkugel entwickelt, die sich in vielfach wiederholter Zweitheilung zu jungen Familien vermehrt hatten; man kann sogar in ihrem Innern noch kleinere Kügelchen erblicken, welche Anfänge einer dritten Generation sind. So sind im Volvox Großmutter, Mütter und Enkel gleichzeitig sichtbar, eine Generation in die andere eingeschachtelt.

Verwandt mit dem Volvox sind quadratische Zellentafeln in unserem Wassertropfen, deren elegante Formen und Bewegungen in gleichem Maße unsere Bewunderung erregen. Sechzehn grüne Kugeln sind in regelmäßiger Anordnung in eine glashelle Tafel

gefaßt, jede mit rothem Augenpunkt und schwingendem Geißelpaar ausgestattet; das ganze Gebilde hat man mit dem Brustschilde des jüdischen Hohenpriesters verglichen, auf welchem glänzende Edelsteine in vier Reihen befestigt waren (Gonum Pectorale). Leicht rollen die grünen Zellentafeln durch das Wasser; ein geistreicher Franzose schildert eine Versammlung dieser Gebilde wie einen prächtigen Wasserball, wo sie, geschmückt mit funkelnden Smaragden, anmuthige Tanzfiguren beschreiben: „man sehe sie pirouetter, balancer, traverser, en avant, en arrière, former la chaine.“ Die Wissenschaft betrachtet heut auch diese Wesen als Zellenfamilien und stellt sie als nahe Verwandte des Volvox in das Pflanzenreich.

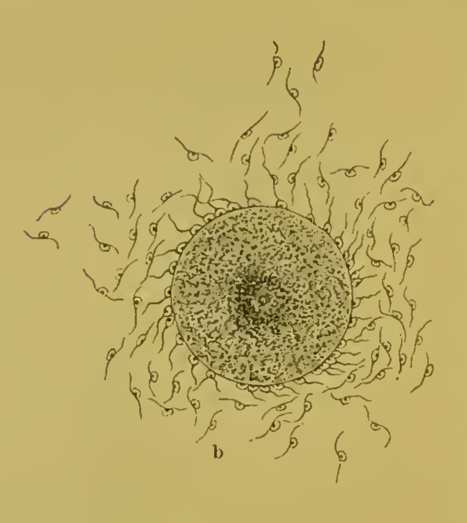


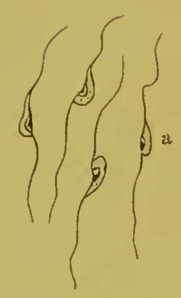
Gonum Pectorale.
Vergr. 330. Nach Cohn.

VII.

Bis um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts hatte man gemeint, daß nur in den höher organisirten Pflanzen, von den Moosen aufwärts bis zu den blüthentragenden Phanerogamen, Trennung der Geschlechter durchgeführt sei, daß dagegen die niedersten Pflanzen, Pilze und Algen, geschlechtslose Wesen seien. Da berichtete im Jahre 1853 Gustav Thuret von Cherbourg, der die glückliche Muße, die der Besitz eines großen Vermögens ihm gestattete, zu den erfolgreichsten Forschungen über die Fortpflanzung der Algen benutzte, daß die gemeinen Fukusarten der nordischen Meere, der Blasentang, der Sägetang, der Schotentang und die anderen Geschlechtsgenossen sich in Männchen und Weibchen scheiden, und daß sie sich in der nämlichen Weise fortpflanzen wie die

Thiere, nämlich durch Eier, die von frei beweglichen Samenkörperchen befruchtet werden. Die letzten Gabeltheilungen ihres braunen Lederthallus schwellen zu Fruchtkeulen an; beim Knotentang (Abbildung S. 357) erscheinen diese Fruchtkeulen als kurzgestielte Zweige des riemenförmigen Thallus. In ihnen werden, je nachdem sie sich an einem weiblichen oder an einem männlichen Tang befinden, entweder Eier oder Samenkörperchen entwickelt. Jene sind braune Zellenkugeln, groß genug, um dem bloßen Auge als dunkle Pünktchen sichtbar zu werden; diese gleichen ganz den Schwärmsporen der Laminarien; ihr winzig kleiner, topasfarbener Leib läuft in ein farbloses Schnäbelchen aus, an dem ein rother Augenpunkt und zwei lange wirbelnde Geißeln sitzen. Wenn bei Ebbe die mit den Tangen überwachsenen Steine des Strandes trocken gelegt werden, treten aus den Fruchtkeulen der Weibchen die Haufen der Eier in Gestalt weißlicher, feinkörniger Schleimtropfen hervor, während aus den Fruchtkeulen der Männchen Myriaden von Samenkörperchen in orangerothen Tropfen herausquellen. Ueberströmt dann die Fluth die schmachtenden Tangwiesen und erweckt sie zu frischem Leben, so vertheilen sich die Eier im Meerwasser; die Samenkörperchen aber schwärmen in hellen Haufen um sie herum,



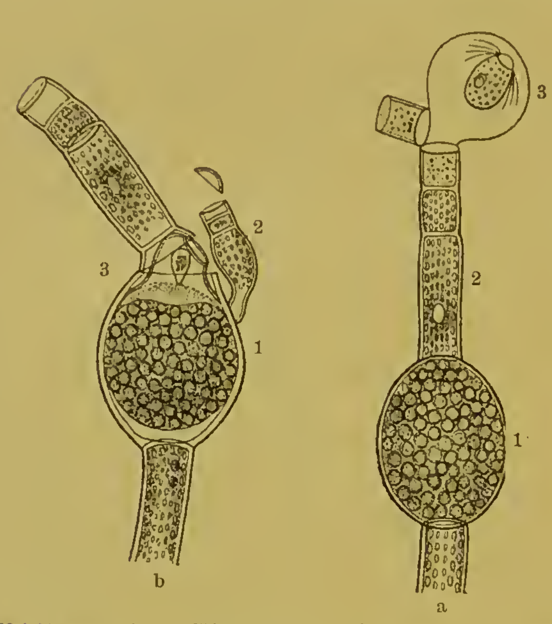


Befruchtung der Eisporen des Blasentang (Fucus vesiculosus). Die Samenkörper, wie Schwärmsporen mit 2 Geißeln versehen, (a) umschwärmen das unbewegte braune Ei; (b) dieses verschmilzt mit einzelnen Samenkörpern und keimt sodann zu einem neuen Tang aus. Nach Thuret.

heften sich, wie magnetisch angezogen, an ihre schleimige Oberfläche und versetzen sie in Drehung; erst wenn eines oder mehrere der Samenkörperchen mit der Substanz des Ei's verschmolzen und ihre Kerne mit einander vereinigt sind, ist das Ei befruchtet und keimt bald zu einem neuen Tang aus. Es gelang Thuret, durch Vermischen zweier Wassertropfen, von denen der eine von schwärmenden Samenkörperchen, der andere von Eiern des Blasentangs erfüllt war, die letzteren zur Keimung zu bringen, während dieselben zu Grunde gingen, wenn die Vermischung unterblieb. Aehnliche Verhältnisse sind auch bei den übrigen Arten der Fukusfamilie, bei den Cystosiren des Mittelmeeres und den tropischen Sargassen erkannt worden. Auch bei den rothen Florideen zeigte sich, daß sie sämmtlich in Männchen und Weibchen geschieden seien, wenn auch die Art ihres Zusammenwirkens bei der Fortpflanzung ganz abweichende und durchaus eigenthümliche Erscheinungen darbietet.

Zwei Jahre, nachdem Thuret seine überraschenden Entdeckungen und Versuche bekannt gemacht hatte, wies Pringsheim in Berlin nach, daß die Trennung der Geschlechter nicht erst bei den vornehmen rothen oder braunen Tangen des Meeres beginnt, sondern daß sie bereits bei den niedersten grünen Algen des Wassertropfens ausgeprägt ist.[9]) Zwischen den walzenförmigen Fäden des Oedogonium, aus denen wir die Keimzellen ausschwärmen sahen (Abb. S. 402 und 411), sind andere eingemischt, bei denen einzelne Zellen kugelig aufschwellen; ihr grüner Protoplasmaleib verdichtet sich ein wenig, so daß er den Raum seiner Zelle nicht mehr ganz ausfüllt, und gestaltet sich zu einem kugeligen Ei; die Mutterzelle, welche die Eikugel einschließt, wird von Pringsheim Eibildner (Oogon) genannt. Um die nämliche Zeit haben sich an anderen Fäden die Zellen der Quere nach in kurze Glieder getheilt; diese brechen auf, und es treten aus ihnen kleine Schwärmer hervor, welche aber nicht in die Weite hinausstürmen, sondern von räthselhaftem Trieb geleitet, sich zu den eiertragenden Fäden hinbewegen; aus ihnen gehen beim Auskeimen

sogenannte Zwergmännchen hervor, welche sich unmittelbar an das Oogon anheften. Dieses wächst in einen kurzen Trichter aus, der an der Spitze von einer Oeffnung durchbrochen ist. Nunmehr treten aus jedem Zwergmännchen ein paar Samenkörperchen heraus: kleine farblose, durch einen Wimperkranz am Halse bewegte Schwärmer. Eines dieser Samenkörperchen stürzt sich, durch die Oeffnung des Oogons eindringend, auf den Scheitel des Eies; kaum hat es denselben berührt, so fließen Eikugel und Samenkörperchen gleich zwei Tropfen zusammen; auch ihre Kerne verschmelzen. Nunmehr ist das Ei befruchtet; es scheidet an seiner Oberfläche eine doppelte harte Schale aus; sein Inhalt färbt sich roth und füllt sich mit Eiweiß, Oel und Stärke, um einen Vorrath von Bildungsstoffen für die neue Generation aufzuspeichern; der Mutterfaden dagegen stirbt ab und löst sich auf; das Ei oder die Eispore, wie sie gewöhnlich genannt wird, sinkt zu Boden.



Bildung der Eisporen bei Oedogonium ciliatum.

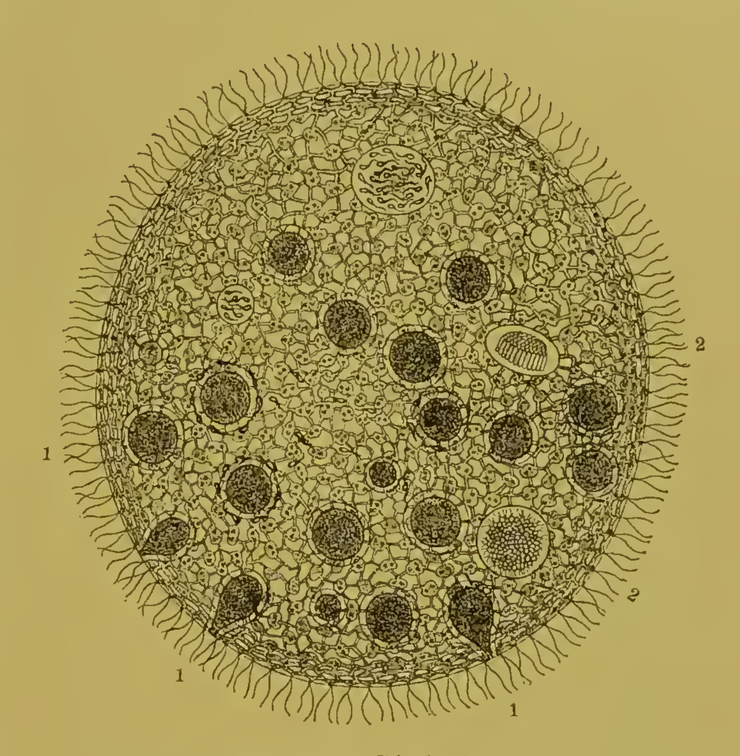
a Einzelne Zellen des Fadens sind weiblich und schwellen zu Oogonen (1) an; andere sind männlich (2); diese klappen auf und lassen den Cytoplast als kleine, zuerst in einer Blase eingehüllte, später freie, männliche Schwärmzelle austreten (3).

b Eine männliche Schwärmzelle hat sich an die Außenwand des Oogon (1) angeheftet und ist hier zu einem Zwergmännchen ausgekeimt (2); aus dem Zwergmännchen schwärmt unter Abwerfen eines Deckelchen ein Samenkörperchen heraus (3), das sich sofort durch eine Oeffnung des Oogons zu zu dem im Innern gebildeten Ei (1) begiebt und mit diesem verschmilzt, worauf das Ei zur Eispore sich ausbildet.

Nach Pringsheim. Vergr. 350.

Aehnliche Entwickelung zeigt auch unsere Sternkugel (Volvox),

die, wie wir wissen, eine Familie grüner Schwärmzellen darstellt; unter den Hunderten von Zellen, die hier in eine Sphäre gelagert sind, entwickelt eine kleine Zahl, die einen männliches, die anderen weibliches Geschlecht. Diese schwellen zu grünen Eikugeln an; jene zertheilen sich in Bündel dünner, spindelförmiger Samenkörperchen. Schließlich lösen die Bündel sich in ihre einzelnen Samenkörperchen auf; diese lassen einen goldtopasfarbigen, spindelförmigen Leib und einen schlanken beweglichen Hals unterscheiden, der einen scharlachrothen Augenpunkt und an der Spitze zwei lange Flimmergeißeln trägt. Die Samenkörperchen schwärmen anfangs in der Höhle der Sternkugel umher; bald aber zeigt sich, daß sie von den grünen Eikugeln wie magnetisch angezogen werden; sie vertheilen sich so, daß sich zu jedem Ei eine Anzahl Samenkörperchen herandrängt; mindestens eins von ihnen verschmilzt mit dem Ei und befruchtet es



Volvox Globator.
Schwärmende Zellfamilie; eine gewisse Zahl der Zellen ist weiblich (1), andere männlich (2), die meisten sind geschlechtslos. Aus den männlichen Zellen entstehen durch wiederholte Theilungen Bündel von Samenkörperchen, die sich zu den weiblichen Zellen begeben; diese werden nach Verschmelzung mit den Samenkörperchen zu rothen Eisporen mit sternförmiger Schale. Nach Cohn. Vergr. 120.

dadurch; ist das geschehen, so bekleiden sich die Eier mit dreifacher, sternfömig ausgezackter Schale, füllen sich mit Vorrathsstoffen und färben sich schön scharlachroth, sie sind zu Eisporen geworden; die Mutterkugel dagegen löst sich jetzt auf, die Eisporen werden dadurch frei und fallen in das Wasser heraus.

Fast bei allen Algen des süßen Wassers sind Eisporen entdeckt worden, doch zeigt die Art und Weise ihrer Entwickelung große Mannigfaltigkeit; die Verschiedenheit der beiden Geschlechter ist bald mehr, bald minder scharf ausgeprägt; bald entsteht die Eispore aus der Verschmelzung zweier bewegungsloser Eikugeln, bald aus der Paarung zweier Schwärmzellen, bald aus der Vereinigung einer Eikugel mit einem schwärmenden Samenkörperchen.[10]) Die weiteren Schicksale der Eisporen werden wir bald erfahren.



Paarung der Schwärmsporen einer im Regenwasser lebende Alge (Stephanosphaera pluvialis). Die mit 2 Geißeln versehenen Schwärmsporen bewegen sich im Wasser paarweise gegen einander und verschmelzen, von den Köpfen beginnend, zu kugeligen unbewegten Eisporen. Nach Hieronymus.

VIII.

Begnügen wir uns mit diesen Betrachtungen über den Wald im Wassertropfen; halten wir nun auch flüchtige Umschau über das Wild, welches denselben belebt. Welche Fülle, welche Schönheit der Gestalten! An manchen Stellen ist das Gewühl so dicht, daß es fast den Eindruck eines belebten Marktes, einer Volksversammlung macht; namentlich die dem Fenster zugewendete, daher am hellsten beleuchtete Seite des Wassertropfens ist gewissermaßen die Promenade des mikroskopischen Völkchens, der Infusorien sowohl als der Schwärmzellen, die sich mit Vorliebe hier an der Sonnenseite versammeln, um Luft zu schöpfen; hier ist das Gedränge so groß, daß Körper an Körper streift, daß kein Sonnenstäubchen zwischen ihnen zu

Boden fallen kann. In den schattigeren Theilen des Tropfens ist es öder, und wir können dort die einzelnen Gestalten besser betrachten. Hier schwimmt ein Thierchen in majestätischer Würde, in der Gestalt einem Schwane ähnlich (Lacrymaria); den langen, biegsamen Hals schlägt es geschäftig hin und her, so daß er sonderbare Schlingen bildet, gleich der Schnur einer Peitsche. Auf einmal wird das Schwanenthierchen unruhig, es ergreift die Flucht, ein Ungeheuer jagt ihm nach. Der Feind ist ein Räderthier von langgestreckter Gestalt, mit doppelt gespaltenem Schwanze; in der Mitte des durchsichtigen Körpers starrt ein furchtbares Gebiß, welches im Heißhunger beständig auf- und zuklappt; zwei feuerrothe Augen sind auf die Beute gerichtet; zu beiden Seiten des Kopfes trägt es seltsame Organe, zwei Räder, die wie die Zahnräder einer Maschine beständig sich im Kreise zu drehen scheinen; von ihnen trägt das Räderthier (Rotifer) seinen Namen.



Schwanenthierchen (Lacrymaria Olor). Vergr. 120.

Es scheint ein wunderbarer Zauber von ihm auszugehen; was man von der Klapperschlange behauptet, daß der Vogel wider seinen Willen ihr in den Rachen fliege, das geschieht hier. Alle Thiere und Pflanzen in der Nähe stürzen sich, als würden sie magnetisch angezogen, in den aufgesperrten Schlund des Räderthiers. Aber eine genauere Beobachtung löst das Geheimniß des Zaubers. Was wir für laufende Räder hielten, sind zwei Scheiben am Kopfe, besetzt mit schwingenden Wimpern, die in regelmäßiger Reihenfolge sich niederlegen und wieder aufrichten; hierdurch entsteht der Anschein eines rotirenden Rades in ähnlicher Weise, wie der Wind, der über das Getreidefeld hinstreicht und die Halme beugt, denselben den Anschein von Meereswellen verleiht. Die beiden radähnlichen Scheiben am Kopfe des Räder-



Räderthier (Rotifer vulgaris). Vergr. 100.

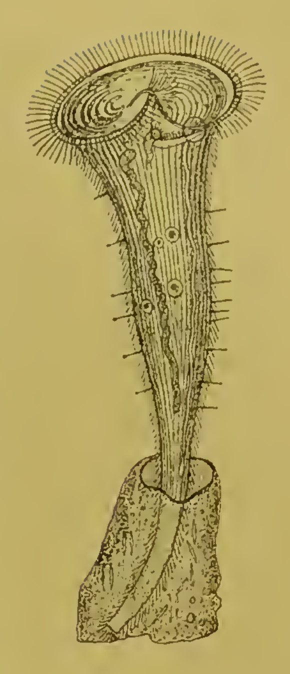
thiers erregen einen Strudel im Wasser, ähnlich wie die Schaufelräder eines Dampfschiffes; jeder Körper in der Nähe wird zwischen ihnen, wie zwischen Scylla und Charybdis, in die Tiefe hinabgezogen, wo das aufgesperrte Gebiß seiner Beute harrt. Auch unser Schwanenthierchen wird ein Opfer seines Feindes, so sehr es auch gegen den Wirbel ankämpft; schon ist die Hälfte seines Körpers zwischen dem Gebiß des Räderthieres zermalmt und verschlungen; jetzt, mit einer letzten Anstrengung, reißt der Rest sich los, und es gelingt ihm, aus dem Rachen des Feindes davonzukommen. Man sollte nun erwarten, daß das so furchtbar verstümmelte Thier jetzt zu Grunde gehen werde. Aber sonderbar! sowie der Rumpf in stilleres Wasser kommt, schließt sich die klaffende Wunde, und der übrig gebliebene Fetzen setzt seine Bahn durch das Wasser so ruhig und gravitätisch fort, als ob ihm nicht das Geringste zugestoßen wäre; in Kurzem ist der fehlende Körpertheil nachgewachsen.

Auf den Konfervenbäumchen sind sonderbare Wesen an langen Stielen befestigt, von glockenförmiger Gestalt, ähnlich mikroskopischen Maiglöckchen, so daß man sie für die gestielten Blüthen der Konferve halten könnte; aber die Glocken haben einen Mund und am oberen Rande einen flimmernden Wimperkranz, der im Wasser einen ähnlichen Strudel erregt, wie wir ihn am Räderthiere beobachtet; wir nennen sie Glockenthierchen oder Vorticellen. Schaaren von Glockenthierchen hängen neben einander, sich schaukelnd und wirbelnd und auf Beute lauernd. Auf einmal nähert sich ein Feind — ein



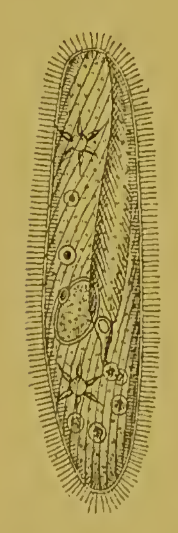
Glockenthierchen (Vorticella microstoma). Vergr. 100.

Ruck — die langen Stiele rollen sich schraubig zusammen, wie eine ausgezogene Spiralfeder, die zurückschnurrt; die an ihnen hängenden Glocken werden an die Konferve angedrückt. Die Gefahr ist vorüber, die Stiele strecken sich langsam wieder aus. Bei einer verwandten Art ist der Stiel wie der einer Weintraube reich verästelt; an der Spitze jedes Zweigleins sitzt ein wirbelndes Glöckchen (Carchesium); aber auch hier ziehen sich bei jeder Berührung die gesammten Traubenstiele schraubig zusammen und drücken die Glöckchen dicht an die schützende Fläche. Wieder andere Arten haben sich durch Ausschwitzung einer Schale ein krystallhelles Häuschen gebaut, unten an einer Konferve befestigt, oben offen; aus diesem strecken sie den Kopf heraus, um mit Hilfe eines wirbelnden Wimperkranzes ihre Nahrung sich in den Mund zu treiben; wittern sie einen Feind, so ziehen sie sich, wie die Schnecke, in ihre Schale zurück (Vaginicola, Stentor).



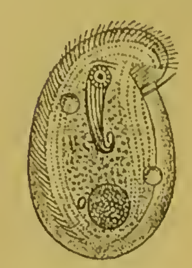
Trompetenthierchen (Stentor Roeselii). Vergr. 120.

Mannigfaltig sind die Thiere, die sich im Inneren des grünen Waldes im Wassertropfen herumtummeln. Hier spielt eine Gruppe von großen trichterähnlichen Wesen; es sind grüne, blaue, schwarze, braune Trompetenthierchen (Stentor). Jene sind wie Pantoffeln gestaltet (Paramecium); diese gleichen frei umherschwimmenden Eiern (Nassula) u. s. f.; alle sind beschäftigt, Beute zu machen. Aber wovon leben diese an sich schon so außerordentlich kleinen Thierchen? Die Antwort giebt das Mikroskop selbst, mit dessen Hilfe wir bis in die innersten Tiefen ihres



Pantoffelthierchen (Paramecium Aurelia). Vergr. 120.

durchsichtigen Körpers hineinschauen und Herz und Nieren prüfen können. Jenes Perlschwanthierchen (Amphileptus margaritifer) mit weit aufgesperrter Mundspalte ist ganz erfüllt von den grünen Kugeln, Sternen und Sicheln, die wir am Boden des Konfervenwaldes fanden; das Seitenschnäbelchen (Chilodon Cucullulus) verschluckt sogar Oscillarienfäden, die weit länger sind, als sein ganzer Leib; beide sind also Pflanzenfresser.



Seitenschnäbelchen (Chilodon Cucullulus). Vergr. 120.

Dort das große Waffenthierchen (Stychnychia Mytilus), dessen breiter, schildförmiger Körper auf dem Bauche mit einer Anzahl beweglicher, messerförmiger Griffel und Haken bewehrt ist, hat sich mit kugeligen Monaden vollgestopft, die sich zum Teil noch in seinem Leibe bewegen; es ist also ein Raubthier. Wir sehen diese weißen, rothen, blauen Monaden selbst wieder in unzählbaren Haufen sich um eine abgestorbene Konfervenzelle herumdrängen, deren verwesender Saft ihnen Nahrung bietet; zwischen ihnen rollen Kugeln umher, wo eine Familie von Traubenmonaden nach Art einer Himbeere verbunden ist (Uvella); und alle diese Wesen sind umschwärmt von einer dichten Wolke noch viel kleinerer Gebilde, der Bakterien, die als Pünktchen oder Strichelchen dahinschießen oder in Schraubenform mit aalgleicher Behendigkeit sich fortschlängeln. Monaden und Bakterien sind die kleinsten Geschöpfe, welche das Mikroskop uns noch sichtbar macht, die man kaum noch einzeln, meist nur — und es ist dies eins der anziehendsten Schauspiele — in massenhaftem Gewimmel wahrnimmt; sinnreich ist

Monade (Cercomonas longicanda.) Nach Stein. Vergr. 250.



Waffenthierchen (Stychnychia Mytilus). Die Bilder der Infusorien nach Bütschli, Stein, Blochmann. Vergr. 120.

die Bezeichnung Ehrenbergs, daß die Milchstraße der organischen Welt durch Monaden und Bakterien hindurchgeht.

Nirgends in der Natur herrscht Frieden; selbst im kleinsten Wassertropfen spielt ein Stück der großen Welttragödie; überall Kampf ums Dasein, die mächtige Triebfeder in der Entwickelung des Lebens; überall Gewaltthaten der Stärkeren wider die Schwächeren. Alle diese Wesen — mit Ausnahme der Räderthiere, die einer vollkommneren Organisationsstufe entsprechen — sind einfache Zellen, welche ihre innere Einrichtung für die Thätigkeiten ihres Lebens in wunderbarer Zweckmäßigkeit ausgebildet haben; gewöhnlich werden sie als einzellige Urthierchen (Protozoa) zusammengefaßt.

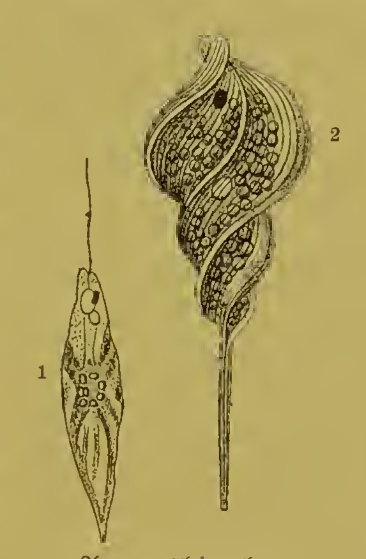
Die Urthierchen sind mikroskopischen Bläschen vergleichbar, bei denen entweder die ganze Außenfläche mit feinem Haarpelz bekleidet oder wo wenigstens die abwärts liegende Bauchseite behaart ist, oder wo ein solcher Haarkranz die Stirn wie eine Tonsur umgiebt. Alle diese Härchen sind flimmernde Wimpern, welche meist in Längsreihen geordnet, als Bewegungsorgane dienen. Nahe dem einen Ende des Bläschens befindet sich eine Oeffnung, der Mund; in seiner Umgebung sind die Wimpern besonders lang und erregen einen Strudel, welcher in den Schlund des Thierchens kleine Körperchen wirbelt; diese gelangen sodann durch einen kurzen Schlauch, die Speiseröhre, in die innere Höhlung des Bläschens. Sie ist mit elastischem Protoplasma erfüllt, welches nach außen dichter, im Inneren weicher ist; hier werden die Bissen vermittelst eines Verdauungssaftes verflüssigt und verdaut, ganz ebenso wie es die großen Thiere in ihren Magen, aber auch die fleischfressenden Pflanzen in den Höhlungen ihrer Blätter thun. In der Mitte des Bläschens befindet sich, wie in jeder Zelle, ein großer Kern, an dessen Seite gewöhnlich ein kleinerer Nebenkern aufsitzt; diese Kerne spielen eine Rolle bei der Fortpflanzung der Urthierchen.[11])

Bekanntlich ist alles Leben an die Athmung gebunden; jede lebende Zelle muß von außen Sauerstoff aufnehmen, durch welchen

die für den Stoffwechsel unbrauchbar gewordenen Kohlentheilchen verbrannt und in Form von Kohlensäuregas ausgeschieden werden. Bei den einzelligen Urthierchen bestehen für diese Vorgänge besondere Anpassungen. In dem Protoplasma, aus welchem der Körper des Pantoffelthierchens (S. 425) besteht, bilden sich an zwei bestimmten Stellen kugelige Hohlräume, die durch feine Oeffnungen nach außen münden; indem dieselben sich unter unseren Augen vergrößern und erweitern, füllen sie sich mit dem sauerstoffreichen Wasser des Tropfens, in dem sie schwimmen; dann ziehen sie sich plötzlich zusammen und pressen das Wasser in sternförmige Kanäle, welche das Protoplasma des Thierchens strahlig durchziehen, so daß es sich nunmehr in seinem ganzen Körper vertheilen kann. Einige Sekunden später werden die kugeligen Hohlräume wieder sichtbar und füllen sich von neuem mit frischem Wasser; so wiederholt sich in diesen Hohlräumen abwechselnd das Spiel des Verschwindens und Wiedererscheinens; wir bezeichnen sie als pulsirende Vakuolen und können sie mit Kautschukbällen vergleichen, welche durch abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung Wasser einsaugen oder ausspritzen. Offenbar ist dies die einfachste Einrichtung einer Organisation, welche wir bereits in den Schwärmzellen vieler Algen (so auch bei Gonium) beobachtet haben; sie erreicht in Herz, Lungen und Gefäßen der Wirbelthiere ihre vollkommenste Entwickelung. Von Nerven und Gehirn ist bei den Urthierchen keine Spur vorhanden; wenn dieselben gleichwohl zweckdienlicher, energischer Empfindungs- und Willensakte fähig sind, wie sie beim Erbeuten ihrer Nahrung Ausdruck finden, so folgt daraus, daß psychische Thätigkeiten, wie dunkel und unbewußt dieselben auch sein mögen, in einfachen Zellen vor sich gehen können.

Viele der in unserem Wassertropfen nach Art der Infusorien umherschwimmenden Wesen sind noch einfacher gebaut; sie haben weder Mund noch Speiseröhre; ihr Körper wird nicht durch einen Pelz flimmernder Wimpern, sondern durch ein oder mehrere lange Geißelfäden bewegt, die gleich Rudern ins Wasser schlagen; wir

nennen sie deshalb Geißelträger oder Flagellaten. Zu ihnen gehören die Monaden und die Traubenthierchen, deren wimmelnde Schaaren wir beobachtet haben; sie stimmen mit den Schwärmsporen gewisser Pilze in Gestalt, Bau und Bewegung so vollkommen überein, daß wir sie nur dann unterscheiden können, wenn die einen keimen und sich zu Pilzen entwickeln, die anderen nicht. Viele Flagellaten sind grün; diese sind wieder den Schwärmsporen der Algen gleich gebaut und gestaltet; sie vermögen gleich diesen im Sonnenlichte die Kohlensäure des Wassers zu assimiliren und freien Sauerstoff in kleinen Gasperlen auszuathmen. An der dem Fenster zugewendeten Seite unseres Tropfens sammeln sich in dichten Schwärmen grüne Augenthierchen (Euglena), deren walzlicher fischähnlicher Körper an beiden Enden in farblose Spitzen ausläuft; er trägt an dem vorderen Scheitel einen wirbelnden Geißelfaden, unterhalb desselben aber eine pulsirende Vakuole und einen scharlachrothen glänzenden Augenpunkt. Andere Euglenenarten sind flach gedrückt wie mikroskopische Flundern (Phacus). Wir würden die Euglenen unbedenklich für Pflanzen halten, vermöchten sie nicht unter unseren Augen ihren Körper wie weiches Wachs in jede beliebige Form umzukneten, in stetem Wechsel bald zur Kugel sich zu runden, bald zur Spindel gerade zu strecken, bald in der Mitte aufschwellend die Form eines Trillerkreisels anzunehmen oder aus der Form des Plattfisches durch Drehung in die einer Schraube überzugehen.



Augenthierchen, Euglenen.
1 Euglena viridis. 2 Phacus longicandus; die flache Gestalt schraubig gedreht. Nach Lieberkühn. Vgr. 250.

Wir können uns nicht wundern, wenn die Botaniker, die von jeher mit den Zoologen wegen der Grenzen ihrer beiden Gebiete im Streite liegen, mit kurzer Hand in den letzten Jahren eine

„Grenzberichtigung“ vorgenommen und die Flagellaten in das Pflanzenreich annektirt haben.

IX.

Noch an einer anderen Stelle befindet sich eine neutrale Zone zwischen den Reichen der Thiere und der Pflanzen; sie wird gebildet durch die Familie der Rhizopoden oder Wurzelfüßler, von denen wir mehrere Arten in unserem Wassertropfen antreffen. Am Fuße eines Konfervenbäumchens lauert ein Sonnenthierchen (Actinophrys Sol); es gleicht dem Bilde der Sonne, wie sie auf alten Holzschnitten dargestellt wird; eine flache, helle Scheibe, von der nach allen Seiten lange Strahlen auslaufen. Gewöhnlich zeigt das Sonnenthierchen nicht die geringste Bewegung, so daß man es kaum für ein lebendes Wesen halten möchte. Durch seine Ruhe getäuscht, ist jetzt ein Infusorium in seine Nähe gekommen und unvorsichtiger Weise in das ausgespannte Strahlennetz gerathen. Auf einmal fühlt es sich, wie der wilde Stier vom Lasso, von einem der fadenförmigen Strahlen umschlungen und gefesselt; je heftiger es sich zu befreien strebt, von desto mehr der klebrigen Fäden wird es umwunden. Endlich ist sein Widerstand gebändigt; dann werden die Strahlenfäden zurückgezogen, die Beute dadurch an den scheibenförmigen Körper des Sonnenthierchens angedrückt; an der Stelle, wo dieselbe ihn berührt, stülpt er sich nach innen ein; und bald liegt das gefangene Infusorium gleichsam in einer Tasche des Sonnenthierchens eingeschlossen, in der es verdaut wird. So kann bei diesem sonderbaren Wesen jeder Punkt des Körpers zu Mund und Magen werden; für gewöhnlich aber hat das Sonnenthierchen weder Mund noch Magen, es bildet sich diese Organe erst an dem Punkte und in dem Momente, wo es ihrer bedarf. Oder genauer ausgedrückt, das ganze Thierchen ist ein Protoplasmaklümpchen, in dem zahlreiche Kerne und pulsirende Vakuolen, aber weder Mund noch Speiseröhre vorhanden sind, das sich seine Nahrung durch

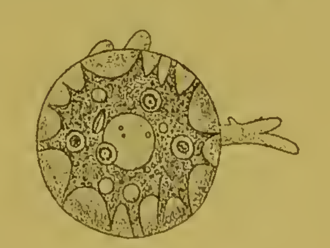
Ausstülpung veränderlicher klebriger Protoplasmafäden fängt und dieselbe durch Ueberfließen seiner weichen Körpersubstanz verdaut.

Aehnlich verhält es sich mit den Amöben, die wir am Boden dahinkriechen sehen, gleich Oeltropfen, die auf einer Glasscheibe zerfließen, formlos, ohne regelmäßige Kontur, mit zahlreichen Ausbuchtungen und Fortsätzen; diese ähneln bald dünnen Fäden, bald breiten Füßen; aber während wir sie betrachten, verändert sich ihre Gestalt vor unseren Augen; hier wird ein Fortsatz eingezogen, dort ein neuer hervorgestülpt, der sich oft wurzelähnlich verzweigt; wir bezeichnen diese veränderlichen Fortsätze als Scheinfüße (Pseudopodien). Jeden Augenblick erscheint das Thierchen, wie der homerische Proteus, unter anderer Gestalt.



Amöbe (Amoeba Limax).
Nach Auerbach. Vergr. 250.

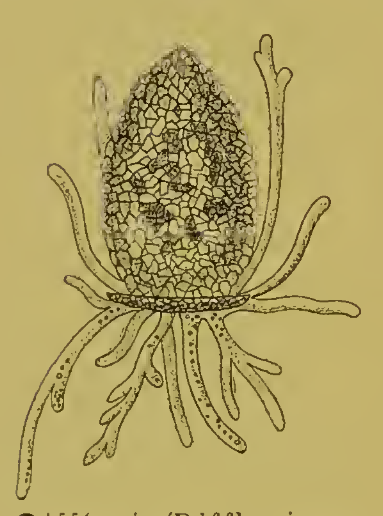
Andere Rhizopoden haben es zur Bildung besonderer Schutzeinrichtungen für ihr weiches Plasma gebracht. Dort die Arcella gleicht einem braunen Hornbüchschen; denn ihr Körper ist von einer flachen napfförmigen Schale umschlossen, welche auf der Unterseite eine große Oeffnung besitzt; aus dieser werden die veränderlichen Scheinfüße des Protoplasma hervorgestreckt, vermittelst deren das Thierchen im Schlamme des Tropfens umherkriecht und seine Nahrung erfaßt. Ihre nächsten Verwandten sind die Kreidethierchen des Meeres, die Polythalamien oder Foraminiferen; sie hüllen ihren weichen Körper in ein zierliches Schneckenhäuschen von weißer porzellanartiger Kalksubstanz, das inwendig in mehrere Kammern getheilt ist; aus dem vorderen



Arcella (Arcella vulgaris).
Nach Bütschli. Vergr. 250.

Eingang, sowie aus zahllosen feinen Oeffnungen, welche die Schale siebartig durchbohren, strahlen fadenförmige Fortsätze oder Scheinfüße aus, die sich netzförmig unter einander verbinden und dem Thierchen gleichzeitig als Bewegungs- und als Fangorgane dienen.[12])

Noch wunderbarer verhält sich die Difflugia in unserem Wassertropfen; sie ergreift vermittelst ihrer zahlreichen Scheinfüße aus dem Schlamm kleine Kieselsplitter und todte Diatomeenschalen, befestigt sie vermittelst ausgeschwitzten Schleimes in zierlichster Anordnung auf der Außenfläche ihres Plasmaleibes und setzt aus ihnen mosaikartig eine regelmäßige ovale Büchse mit offenem Halse zusammen. Beim Wachsthum vergrößert die Difflugie ihr Gehäuse durch Ansatz neuer Kieselsplitter an der vorderen Oeffnung. Verschiedene Difflugienarten unterscheiden sich durch die verschiedene Gestalt und Anordnung, die sie ihren künstlichen Gehäusen zu geben wissen. Ein Protoplasmaklümpchen, dem wir kaum den Werth einer Zelle zugestehen können, mit Kunsttrieb begabt, als Baumeister, der aus herbeigeschlepptem todten Material in zweckmäßiger Auswahl zum Schutz und zur Wohnung für sich ein Haus, für jede Art in einem anderen Baustil, errichtet! Welch' überraschenden Stoff gewährt unser Wassertropfen dem vergleichenden Psychologen, wenn er die Seelenkräfte beobachtet, welche in den allereinfachsten Gestaltungen des lebendigen Protoplasma thätig sind.


Difflugie (Difflugia urceolata.)
Nach Blochmann. Vergr. 250.

Es war eine überraschende Entdeckung, als im Jahre 1859 Anton de Bary, damals Professor in Freiburg i. Br., in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie mittheilte, daß eine ganze Gruppe von niederen Organismen, die von modernden Pflanzen-

stoffen, auf faulen Blättern, verrottetem Holz u. dgl. leben, und die man bis dahin unbedenklich für Pilze gehalten und als Schleimpilze (Myxomyceten) bezeichnet hatte, vielmehr als Thiere zu betrachten und als Pilzthiere (Mycetozoen) in die nächste Verwandtschaft der Amöben und anderer Rhizopoden einzureihen sind. Wenn man ihre Fruchtkörper heerdenweise aus Pfählen, Baumstümpfen oder auf humusreichem Erdboden als weiße, braune, gelbe, orangerothe, violette Tröpfchen oder Blasen hervorbrechen sieht, die nach Zerreißen ihrer dünnen Schale in ein schwarzes oder farbiges Pulver ausstäuben, glaubt man Arten von Bovisten vor sich zu haben; andere Arten der Schleimpilze gleichen weißen oder rostfarbenen Schimmelpilzrasen. Aber ehe sie zur Fruchtbildung gelangen, bestehen diese Gebilde nicht, wie die echten Pilze, aus feinen, dicht verzweigten Fäden, die zu einem filzartigen Mycel verflochten sind; sondern sie bilden gestaltlose Protaplasmamassen, die sich von den mikroskopischen Amöben nur durch ihre Größe unterscheiden; denn sie treiben zahlreiche, dünnere oder breitere Fortsätze oder Scheinfüße hervor, die beständig ihre Gestalt und Lage verändern; sie kriechen in alle Zwischenräume ihres modernden Nährbodens hinein, verzweigen sich hier und verbinden sich netzartig, umspinnen die Holz- und Humusbröckchen, welche ihnen zur Nahrung dienen, und verdauen sie, bis sie reichlich ernährt, oft zu massigen Schleimklumpen heranwachsen. Einer der bekanntesten Schleimpilze ist die Lohenblüthe (Aethalium septicum); die amöbenartigen, lebhaft citronengelben Stränge ihrer Scheinfüße durchziehen netzartig die Lohebrocken, von denen sie sich ernähren; dann kriechen sie mit überraschender Geschwindigkeit ans Licht auf die Oberfläche des Lohebeets, auf dem sie oft einen tellergroßen, dicken, gelben Gallertkuchen bilden; in ganz kurzer Zeit verwandelt sich dieser in ein dichtes Geflecht dünner darmähnlicher Fruchtblasen, die mit schwarzbraunem Sporenstaub erfüllt und von einer gelben, kreidigen Hülle gemeinsam umschlossen sind. Wirft man die Sporen in Wasser, so schlüpft aus einer jeden

eine geißelführende Monade heraus, die sich nach kurzem Schwärmen in eine kriechende Amöbe verwandelt. So erscheint bei diesen seltsamen Gebilden Flagellate, Rhizopode und Pilz in Eins verschmolzen; wir stehen im Zweifel, ob wir sie zu den Urthieren oder zu den Pflanzen stellen, ob wir sie als Pilzthiere oder Thierpilze bezeichnen sollen.

X.

Wir haben jetzt längere Zeit unseren Wassertropfen außer Acht gelassen; wenden wir schließlich unseren Blick noch auf einen Moment nach ihm zurück. Aber ach! hier ist inzwischen eine traurige Katastrophe eingetreten. Während unserer vielen Abschweifungen ist der kleine Tropfen verdunstet; die ganze schöne Welt in ihm ist vernichtet. Der Konfervenwald ist vertrocknet; die prachtvollen Zellen sind zusammengeschrumpft und kleben auf dem Glase fest; den zahlreichen Thierchen, die ihn bewohnten, ist mit dem Wasser ihr Lebenselement entzogen; wie Fische im Trocknen, sind sie nach kurzem Todeskampfe zu Grunde gegangen; ihre zierlichen Körper sind aufgeplatzt und zerflossen.

Und doch, auch in dieser Stätte des Todes sind noch Keime des Lebens verborgen; auch hier gab es wenige Auserwählte, die dem hereinbrechenden Untergange sich zu entziehen wußten. Viele Infusorien, die Glockenthierchen zum Beispiel, haben, als sie das allmähliche Verdunsten des Wassers bemerkten, sich zur glatten Kugel zusammengezogen und, ähnlich wie die sich verpuppende Raupe in ihren Kokon sich einspinnt, so durch Ausschwitzen eines rasch erhärtenden Schleims an ihrer Oberfläche sich mit einer Kapsel umgeben. Das eingekapselte Infusorium verfällt in Scheintod, in welchem es keine Spur thierischer Lebensthätigkeit zu äußern vermag: dafür kann es in diesem Zustande lange Zeit Hitze, Frost und die sonst tödtliche Austrocknung ohne Gefährdung überstehen. Auch das Räderthier ist auf diese Weise der Katastrophe entgangen; als das

Wasser zu verdunsten begann, hat es Fuß, Kopf und Radscheiben eingezogen, wie die Schnecke ihre Hörner; dann hat es sich zur Kugel zusammengerollt; darauf ist es in Scheintod verfallen. In diesem Zustande läßt es Alles über sich ergehen; es kann austrocknen und zu einem dürren Kügelchen zusammenschrumpfen, ohne daß der schlummernde Lebensfunke ausgelöscht wird.

Ueber die verödete Fläche des ausgetrockneten Wassertropfens streicht ein Windhauch und führt die eingekapselten Infusorien und Räderthiere mit sich fort. So gelangen dieselben in den Luftraum und schweben darin als Sonnenstäubchen regungslos neben zahllosen anderen Körperchen, die in ähnlicher Weise vom Winde fortgeweht wurden; neben den Sporen von Pilzen und anderen niederen Pflanzen, neben den feinen Körnchen des Blüthenstaubes, neben den Kohlentheilchen des Schornsteinrußes, neben den winzigen Splittern und Fäserchen, die durch das Abreiben von den Steinen des Straßenpflasters, von unseren Kleidern und Geräthen abgeschliffen werden; alles dieses lagert sich mit der Zeit als Staub auf unsere Geräthschaften, auf unsere Dächer und Mauern ab. Andere Stäubchen fallen ins Wasser; die Kiesel- und Kalksplitterchen des Staubes sinken im Wasser zu Boden und vermehren hier den Schlamm. Für die eingekapselten Infusorien aber, die zwischen ihnen als Sonnenstäubchen im Luftraume geschwebt hatten, beginnt nun eine neue Aera. So wie dieselben das verdunstete Wasser wieder eingesaugt haben, erwacht das verborgene Leben. Im Innern seiner Schale fängt das eingepuppte Thierchen an, sich zu regen und zu bewegen; jetzt dreht es sich, immer rascher und rascher, bis die Kapsel endlich zersprengt wird; dann tritt das wiedergeborene Geschöpf hinaus zu neuem Leben in sein altes Element. Ein einziges Thierchen genügt, um, wie einst Deukalion, sein ganzes Geschlecht zu erneuern. Nachdem es ein paar Stunden sich im Wasser herumgetummelt, so theilt es sich: das heißt, es entsteht um die Mitte seines Körpers eine Einschnürung, als sei

eine Schlinge herum gelegt, die sich immer mehr und mehr zusammenzieht und endlich das Thierchen in zwei Hälften durchschneidet.

Jede der beiden Hälften ist ein selbstständiges lebensfähiges Wesen, dem der fehlende Theil rasch nachwächst; so gehen aus einem Thierchen zwei ganz gleiche hervor. Auch diese theilen sich nach kurzer Zeit von neuem in 4, die 4 in 8, die 8 in 16; so vermehrt sich ihre Zahl in geometrischer Progression bis ins Unendliche. Ehrenberg hat berechnet, daß aus einem einzigen Glockenthierchen innerhalb 24 Stunden möglicherweise 16 Millionen hervorgehen können; würde die Theilung in gleicher Weise nur eine Woche lang fortgesetzt, so hätte das Glockenthierchen sich zu einer Zahl vermehrt, die ich mir niederzuschreiben erspare, da sie aus nicht weniger als 51 Ziffern besteht.

Auch die ausgetrockneten Räderthiere verhalten sich ähnlich; so wie sie ins Wasser kommen, quellen sie auf, dehnen sich lang aus und nach etwa einer Stunde geben sie Zeichen des wiedererwachten Lebens; sie fangen an sich zu strecken und zu recken, erst taumelnd und wie betrunken; aber bald haben sie sich wieder in die Welt gefunden, in die sie zurückgekehrt, beginnen nun mit den Zahnkiefern zu klappern, die Räderorgane zu entfalten und nach Beute zu jagen; bald vermehren sie sich, indem sie Eier erzeugen, aus denen in kurzer Zeit die lebendigen Jungen ausschlüpfen.

Auch die grünen Algen sind zu Grunde gegangen, als das Wasser verdunstete; aber die Arten, welche Eisporen gebildet, haben sich vor dem Aussterben gerettet. Denn diese Eisporen können, ähnlich den Samen der höheren Pflanzen, lange Zeit in völliger Trockenheit den Funken des Lebens bewahren; ja, jene Veränderung, von der man vermuthen möchte, daß sie ihnen den Tod bereiten müsse, bringt gerade ihnen neues Leben. Die Eisporen können Monate lang im Wasser liegen, ohne sich zu rühren; sind sie aber in Folge der Verdunstung des Wassers einmal ausgetrocknet, so regt jede neue Uebergießung sie alsbald zu weiterer Entwickelung

an. Die harten Eischalen werden von der zum Leben erwachten Keimzelle gesprengt und abgeworfen; ihre Vorrathsstoffe werden verflüssigt; aus ihrem Protoplasmakörper geht durch Theilung eine Anzahl Schwärmzellen hervor, welche sich eine geeignete Keimstätte aufsuchen und sodann zu neuen Algen gleicher Art aussprossen.

XI.

Ich breche hiermit unsere Betrachtungen ab; die Aufmerksamkeit des Lesers würde weit eher ermüden, als ich mit der Darstellung der wunderbaren Thatsachen fertig würde, zu denen die mikroskopische Untersuchung auch nur eines einzigen Wassertropfens uns Veranlassung geben könnte. Denn in der Welt des Kleinsten ist eben Alles wunderbar, Alles anders als in der großen Welt. Das Wunderbarste aber würde uns ohnehin auf diesem Wege verborgen bleiben; es enthüllt sich uns erst, wenn wir unsern Blick über den engen Horizont eines mikroskopischen Gesichtsfeldes erweitern und das Verhältniß erforschen, in dem die unsichtbare zur sichtbaren Welt, der Mikrokosmos zum Makrokosmos steht. Dann offenbart sich uns — wie wir dies bereits in einer früheren Vorlesung für das unsichtbare Leben des Meeres ausgeführt haben —, daß auch die mikroskopischen Pflanzen und Thiere des süßen Wassers, so winzig auch ein jedes einzelne derselben sei, doch eine Großmacht sind unter den Naturmächten. Herrschten bei der Vermehrung dieser Wesen dieselben Gesetze, wie bei den übrigen Geschöpfen, so wäre die mikroskopische Welt freilich ohnmächtig und bedeutungslos für das Leben der Natur im Großen und Ganzen. Gäbe es nicht mehr Monaden auf Erden als Menschen, also etwa 1500 Millionen, so hätten sie in einem einzigen Wassertropfen Platz, und mit der Verdunstung desselben wäre ihr ganzes Geschlecht vernichtet. Indem aber die Natur den mikroskopischen Organismen die Fähigkeit verlieh, sich rasch ins Unendliche zu vermehren, so ist es gekommen, daß die sichtbare Vegetation des süßen Wassers, die Flora der Teich-

linsen, Wasserranunkeln, der Froschbisse, Laichkräuter und selbst der poetischen Seerosen und Lotosblumen von der dem bloßen Auge zumeist unsichtbaren Welt der Algen bei weitem überwogen wird.

Ebenso wie den Bacillarien, den Peridinien, den Helosphären und den anderen mikroskopischen Algen des Meeres die Aufgabe übertragen ist, mit Hilfe des Sonnenlichtes aus den unorganischen Verbindungen des Seewassers organische, lebensfähige Bau- und Bildungsstoffe zu bereiten, so sind es in den Flüssen, den Seen, den Teichen und Gräben des Binnenlandes die braunen Diatomeen, die grünen Desmidieen und die übrigen, mikroskopischen Algen des süßen Wassers, welche im Verein mit den grünen Flagellaten die gleiche Arbeit verrichten. Wie jene für die Thiere des Meeres, von den winzigsten Würmern und Krebsthieren bis hinauf zu den Robben und den Riesenwalen, das organische Baumaterial herstellen, aus dem diese ihre Körper bilden, so sind es die Süßwasseralgen, von denen wir die wichtigsten Vertreter in unserem Tropfen beobachtet haben, welche für die Würmer, Krebse und Fische der Binnenlandsgewässer die Urnahrung vorbereiten.

Ja sogar in die Ausgestaltung der Erdrinde haben unsichtbare Geschöpfe in weit großartigerer Weise eingegriffen, als alle übrigen Pflanzen und Thiere zusammengenommen, ja selbst mehr, als der Mensch, der doch als Herr der Erde noch am meisten ihre Oberfläche verändert hat. Mikroskopische Fadenalgen aus der Verwandtschaft der Oscillarien, die zur Klasse der Blaualgen gehören, überspinnen mit bläulichgrünen Polstern den Grund vieler Gewässer und fällen durch ihre Lebensthätigkeit den darin aufgelösten kohlensauren Kalk in mikroskopischen Krystalldrusen, die sich zwischen den Algenfäden ausscheiden; bald aber unter einander verwachsend sintern die Kalkkryställchen zu Tuffschichten zusammen, an deren Oberfläche das Algenpolster seine gesteinbildende Thätigkeit ununterbrochen fortsetzt. Die unerschöpflichen Travertinbrüche von Tivoli, aus denen die monumentalen Gebäude des ewigen Rom seit der

antiken Zeit bis zur Gegenwart errichtet werden, bestehen aus Kalktuff, der sich aus dem Wasser des Anio durch Vermittelung von Blaualgen um Stengel und andere Theile von Pflanzen abgesetzt hat. Ganz besonders üppig entwickeln sich die tuffablagernden Blaualgen in den warmen Quellen; sie haben in den Karlsbader Thermen die Sprudelschale aufgebaut, die sich fortdauernd erneut, wo immer die Blaualgen unter der warmen Wasserschicht ihr Wesen treiben; sie haben in der Addaschlucht am Stilffer Joch mächtige Tuffberge aus den warmen Quellen von Bormio ausgefällt; sie haben neben zahlreichen andern Kalksinterlagern auch die gewaltigen Marmorterrassen aus dem heißen Wasser der Mammuthsprings im Yellowstone Park von Colorado abgeschieden.[13])

Aber vor allem sind es die beiden mikroskopischen Familien der Bacillarien oder Diatomeen und der Polythalamien oder Foraminiferen, deren wir schon früher als unsichtbarer Baumeister auf unserem Planeten gedacht haben; denn bei jenen ist der zarte Zellenleib von einem Kieselpanzer umschlossen, bei diesen von einem Kalkgehäuse; während daher die übrigen Urthierchen und Algen nach dem Tode zerfließen oder vertrocknen, so widerstehen die steinernen Schalen der Verwesung; daher haben sich von allen Diatomeen und Foraminiferen, die seit dem Beginn des Lebens auf Erden gelebt haben, die Schalen bis auf den heutigen Tag mehr oder minder vollständig erhalten. Dadurch wird diesen Familien die Macht, Elementarkräften gleich zu wirken; sie haben Berge aufgethürmt, gleich den vulkanischen Gewalten; sie haben Felslager gebildet, gleich den Niederschlägen aus den Meeren der Urwelt. Berlin steht auf einem Grunde, an dessen Bildung in meilenweiter Erstreckung kleine, zum Theil noch lebende Diatomeen sich betheiligten; Wien und Paris dagegen sind zum größten Theil auf Foraminiferenschalen gegründet; selbst der Riesenbau der Cheopspyramide ist aus den Gehäusen von Foraminiferen aufgethürmt worden. Ehrenberg hat im Jahre 1867 einen großen Folianten

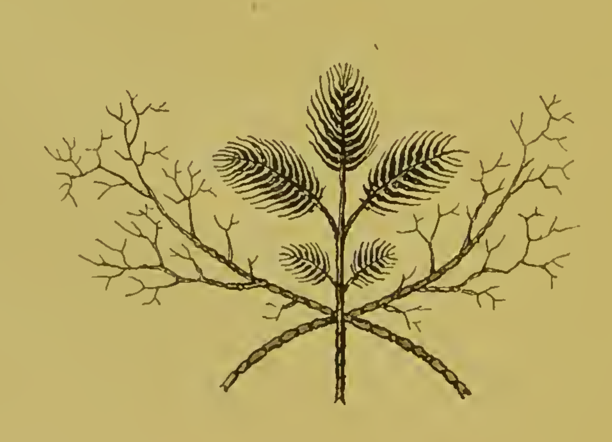
herausgegeben, eine Mikrogeologie, wie er sie nennt, worin er das, größtentheils durch seine Forschungen uns enthüllte „Erden und Felsen schaffende Wirken des kleinsten, unsichtbaren Lebens auf der Erde" im Einzelnen nachweist.

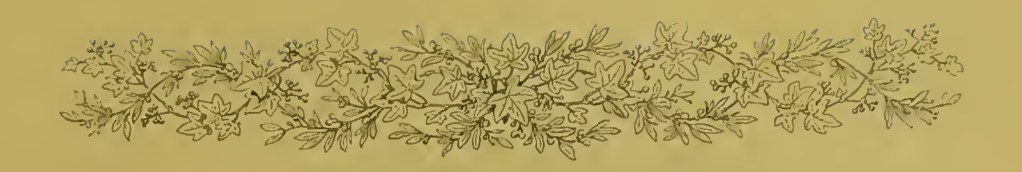
Welchen überwältigenden Einfluß gerade die kleinsten unter den Lebewesen des Wassertropfens, die Bakterien, im Haushalte der Natur ausüben, soll den folgenden Darstellungen vorbehalten werden. So viel ist gewiß: die mikroskopische Welt ist keineswegs, wie sie es scheint, in sich abgeschlossen; sie greift mächtig und bestimmend in alle, selbst in die höchsten Kreise des Erdenlebens: ist ja doch die Natur:

„der ewigen Weberin Meisterstück,
Wo ein Tritt tausend Fäden regt,
Die Schifflein herüber, hinüber schießen,
Die Fäden ungesehen fließen,
Ein Schlag tausend Verbindungen schlägt."

Ich habe es versucht, einige dieser unsichtbaren Fäden bloß zu legen, die gleichwohl stark genug sind, um gewaltige Räder in dem Getriebe der Naturordnung in Bewegung zu setzen; so erscheint in dem System der Welten, aus denen der Kosmos sich aufbaut, zwar als das kleinste, gleichwohl aber als ein nothwendiges und hochwichtiges Glied

die Welt im Wassertropfen.





Erläuterungen.

[1]) (S. 394.) A. van Leeuwenhoek, Arcana naturae detecta, Delft 1695.

[2]) (S. 395.) Das zweihundertjährige Jubiläum der Entdeckung der mikroskopischen Welt wurde im September 1875 feierlich durch Enthüllung der Büste von Leeuwenhoek an seinem Grabe in der großen Kirche zu Delft, wie durch Stiftung einer goldenen Leeuwenhoekmedaille gefeiert, deren erstes Exemplar an Ehrenberg, das zweite an den Verfasser überreicht wurde.

Der Posten eines „Bewaarder van de Kamer van Heeren Schepenen van Delft," den Leeuwenhoek von März 1660—1699 bekleidete, war der eines Hausmeisters oder Kastellans; er hatte „die Schöppenstube zu öffnen und zu verschließen, zu beheizen und zu bereinigen; auch den Herren Schulzen, Schöppen und Schöffen alle schuldige Ehre und Respekt zu erweisen." Dafür bezog Leeuwenhoek ein jährliches Gehalt von 340 Gulden, das später auf 400 fl. erhöht wurde. Doch scheint der Posten nur als eine Sinecure an Leeuwenhoek verliehen worden zu sein, der die Geschäfte durch einen Unterbeamten gegen eine Vergütung von 55 fl. versehen ließ, auch das Gehalt noch nach seiner Resignation 24 Jahre lang bis zu seinem Tode fortbezog. Vgl. Leeuwenhoek's Biographie von P. J. Haaxman: Het leven van een groot Natuuronderzoeker. Amsterdam 1871.

[3]) (S. 396.) Chr. G. Ehrenbergs Hauptwerke sind zwei starke Folianten: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, mit 64 Tafeln, Leipzig 1838, und Mikrogeologie, mit 40 Tafeln, Leipzig 1854—1876.

[4]) (S. 399.) Das zusammengesetzte Mikroskop wurde, nach den Einen in Holland um 1590, nach Anderen von Galilei um 1610 erfunden; doch erst seit dem zweiten Drittel unseres Jahrhunderts lernten die Optiker auch bei hohen Vergrößerungen lichtstarke und fehlerfreie Bilder erzielen. Vgl. über die Geschichte des Mikroskops: Petri, das Mikroskop, Berlin 1896.

[5]) (S. 401.) Vergl. Botanische Studien am Meeresstrande, Bd. II, S. 365.

[6]) (S. 403.) Vergl. Botanische Studien am Meeresstrande, Bd. II, S. 345.

[7]) (S. 412.) Die Fortpflanzung von Algen durch Schwärmsporen wurde zuerst am Anfang dieses Jahrhunderts durch den Oldenburger Prediger Trentepohl (1807) beschrieben; von besonderer Wichtigkeit waren die Untersuchungen von

Franz Unger (Die Pflanze im Moment der Thierwerdung, 1842), Thuret (Recherches sur les zoospores des Algues, 1851) und A. Braun (Die Verjüngung im Pflanzenreich, 1849/50).

8) (S. 413.) Vergl. Licht und Leben, Bd. I, S. 270. Wir bezeichnen die lichtwärts gerichteten Ortsbewegungen der Schwärmzellen als heliotaktische.

9) (S. 419.) Pringsheim entdeckte 1855 die Befruchtung bei einer Schlauchalge, welche die Form der Bryopsis (vgl. S. 352) im süßen Wasser vertritt; sie führt nach Joh. Pet. Vaucher, einem Genfer Pastor, der als der erste am Anfang dieses Jahrhunderts die Entwickelung der Süßwasseralgen genauer erforschte, den Namen Vaucheria. Pringsheim entdeckte später die Entwickelung der geschlechtlichen Eisporen noch bei mehreren Konfervengattungen, darunter auch bei Oedogonium; 1869 entdeckte er die Paarung der Schwärmsporen bei einer unserem Gonium verwandten Gattung Pandorina, welche eine kugelförmige Zellenfamilie darstellt. Die geschlechtliche Fortpflanzung von Sphäroplea wurde 1855 und die von Volvox und Eudorina 1856 von mir zuerst beschrieben.

10) (S. 422.) Die Verschmelzung zweier völlig gleicher oder doch an Größe nur wenig verschiedener Eikugeln wird als Kopulation oder Konjugation bezeichnet und findet sich bei Desmidieen und Konjugaten, zu denen Spirogyra und Zygnema (S. 402) gehören; Verschmelzung zweier Schwärmzellen, die bei vielen Süßwasser- und Meeresalgen beobachtet ist, wird als Paarung von Schwärmsporen, Verschmelzung einer Eikugel und einer Schwärmzelle (Samenkörperchen) als Befruchtung bezeichnet.

11) (S. 427.) Die Infusorien wurden von Ehrenberg (1838) als hochorganisirte Thiere aufgefaßt, von Dujardin dagegen 1841 als Gebilde einer kontraktilen Substanz (Sarcode), von Siebold und Kölliker 1849 als einzellige Thiere gedeutet; Claparède und Lachmann (1858—1864) und F. Stein (1859 bis 1867) schrieben ihnen eine zusammengesetztere Organisation zu. Neuere Beobachtungen weisen auch auf eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung bei den Infusorien hin; im Allgemeinen jedoch vermehren sie sich nur durch Theilung oder äußere und innere Knospung.

12) (S. 432.) In unmittelbarer Nachbarschaft der Foraminiferen stehen die Polycystineen oder Radiolarien; bei ihnen schließt der in fadenförmige Scheinfüße ausstrahlende Plasmaleib ein zierlich durchbrochenes, aus reiner Kieselerde bestehendes und von Kieselnadeln durchsetztes Gitternetz ein; sie leben zumeist im Seewasser, wo sie einen Hauptbestandtheil des Meeresplankton unter südlicheren Breiten bilden; zu ihnen gehört auch das Sonnenthierchen unseres Wassertropfens.

13) (S. 439.) Vgl. die Erläuterung 46, Bd. I, S. 345.





Die Bakterien.





Die Bakterien.

I.

In der sichtbaren Welt, in deren Mitte wir uns bewegen, hat sich das Leben in den verschiedensten Größenverhältnissen verkörpert. Welcher Abstand zwischen dem Bartenwal, der bis 24 Meter lang wird, und der Milbe, die das unbewaffnete Auge nur mit Mühe unterscheidet, und deren Größe sich zu der des Menschen verhält, etwa wie der Sperling zum Straßburger Münster. Aehnlich mag das Verhältniß sein zwischen der Fichte und dem Moose, das auf ihrer Rinde wuchert.

Auch unter den Thieren und Pflanzen der unsichtbaren Welt finden sich noch ähnliche Größenunterschiede, wie zwischen Hering und Walfisch. Von den Aufgußthierchen, die Leeuwenhoek entdeckte, giebt derselbe an, daß ihre Größe sich zur Milbe verhalte, wie die Biene zum Gaul. Je mehr in den letzten Jahrzehnten die Mikroskope verbessert und ihre Vergrößerungskraft gesteigert wurde, desto kleinere Wesen wurden der Beobachtung zugänglich. Je kleiner aber die Wesen, desto einfacher zeigte sich ihr Bau, desto unvollkommener

ihre Lebensthätigkeiten, desto tiefer ihre Stellung in der Rangordnung der Geschöpfe.

Die kleinsten und zugleich die einfachsten Wesen nennen wir Bakterien;[1]) früher bezeichnete man sie meist als Vibrionen. Sie stehen auf der Grenzmark des Lebens; jenseits derselben ist nichts Lebendiges mehr vorhanden, soweit wenigstens unsere heutigen mikroskopischen Hilfsmittel davon Kunde geben. Und diese sind nicht gering; die stärksten unserer Vergrößerungsgläser, die stärksten Immersionssysteme von Zeiß (Jena), Seibert, Leitz (Wetzlar), Hartnack (Potsdam), Winkel (Göttingen), Reichert (Wien) und anderen optischen Instituten geben 2—3000fache Vergrößerungen; und könnte man einen Menschen unter einem solchen Linsensystem ganz überüberschauen, er würde so groß erscheinen, wie der Montblanc oder gar der Chimborasso. Aber selbst unter diesen kolossalen Vergrößerungen sehen die kleinsten Bakterien nicht viel größer aus, als die Punkte und Kommas eines guten Drucks; von ihrem inneren Bau ist nur sehr wenig zu unterscheiden, und selbst die Existenz würde von den meisten verborgen bleiben, wenn sie nicht in unendlichen Mengen gesellig lebten. Diese kleinsten Bakterien verhalten sich ihrer Größe nach zum Menschen, etwa wie ein Sandkorn zum Montblanc.

Ist es nun schon an und für sich wichtig, die Wesen genauer kennen zu lernen, welche die allertiefste Stufe in der Welt des Lebens einnehmen, so steigert sich unser Interesse an denselben durch die Erkenntniß, daß gerade diese kleinsten Wesen von der größten Bedeutung sind, daß sie mit unsichtbarer, doch unwiderstehlicher Gewalt die wichtigsten Vorgänge der lebendigen und leblosen Natur beherrschen und selbst in das Dasein des Menschen, bald als Todfeinde, bald als hilfsbereite Freunde und Mitarbeiter zugleich geheimniß- und verhängnißvoll eingreifen.

II.

Die Bakterien sind einfache Zellen: ihrer Gestalt nach bald einer Kugel oder einem Ei, bald einem Korkzieher, bald einem kurzen Stäbchen, bald einem längeren Faden gleichend. Wie alle Zellen bestehen sie aus eiweißartigem, meist farblosem, oft aber auch schön gefärbtem Protoplasma, in welchem oft starkglänzende Körnchen eingelagert sind; sie sind von einer dünnen Zellhaut eingeschlossen, welche oft durch Aufquellen in Schleim oder Gallert sich umwandelt; ob sie einen Zellkern besitzen, ist noch zweifelhaft.[2]) Nach ihrer Gestalt können wir Kugel-, Stäbchen-, Faden- und Schraubenbakterien unterscheiden; nach der Sprache der Wissenschaft werden die Bakterien in Gattungen und Arten vertheilt; die kugeligen und eirunden werden als Mikrokokken oder schlechthin als Kokken, die kurzen strichförmigen als Bakterien, die geraden Stäbe als Bacillen, die perlschnurartigen Fäden als Streptokokken, die kommaförmig gekrümmten oder wellig gelockten als Vibrionen, die steifen Schrauben als Spirillen, endlich die langen biegsamen Spiralen als Spirochäten bezeichnet; außer diesen sind noch viele andere Geschlechter unter den Bakterien beschrieben und benannt worden; die Zahl der Arten, die bisher unterschieden wurden, ist Legion.[3])

Die meisten Bakterien zeigen lebhafte Bewegungen; und wenn sie in dichtem Gewimmel den Wassertropfen erfüllen, so gleichen die nach allen Richtungen durch einander fahrenden Stäbchen und Schrauben einem mikroskopischen Mückenschwarm oder Ameisenhaufen. Die Bakterien schwimmen hurtig vorwärts, dann ohne umzukehren ein Stück zurück; oder sie ziehen in Bogenlinien dahin, bald langsam zitternd und wackelnd, jetzt in plötzlichem Sprunge fortschießend, bald darauf der Quere nach wie ein Kreisel sich drehend, oder längere Zeit ruhend, um plötzlich wie der Blitz auf und davon zu fahren. Die Fadenbakterien biegen ihren Körper beim

Schwimmen, bald schwerfällig, bald rasch und gewandt, als bemühten sie sich, durch Hindernisse ihre Bahn zu finden, wie ein Fisch, der zwischen Wasserpflanzen seinen Weg sucht; dann stehen sie eine Zeit lang still, als müßten sie eine Weile ausruhen; plötzlich zittert der kleine Faden und schwimmt zurück, um bald darauf wieder vorwärts zu steuern. Mit all diesen Bewegungen ist stets eine rasche Achsendrehung verbunden, wie bei einer in der Mutter sich bewegenden Schraube; dies wird besonders deutlich, wenn die Stäbchen geknickt sind; dann sieht man sie gleichsam taumelnd sich umherwälzen. Wenn die wellenförmigen Vibrionen und die schraubenförmigen Spirillen sich rasch um ihre Achse drehen, so sieht es aus, als ob sie sich aalgleich schlängelten, obwohl sie völlig steif sind; oft zucken sie raketenartig hin und her, daß sie dem Beobachter kaum zum Bewußtsein kommen, oder rollen rasch durch das Gesichtsfeld; jetzt an einem Ende sich festhaltend, bewegen sie sich mit dem andern im Kreise, gleich einer um einen Faden gedrehten Schleuder; bald darauf sieht man sie sich langsam durch das Wasser schrauben.

Bei den meisten Bakterien wechselt mit dem beweglichen ein ruhender Zustand, wo sie von gewöhnlichen Pflanzenzellen sich nicht unterscheiden; sie schwärmen nur bei günstiger Temperatur, ausreichender Nahrung und reichlichem Sauerstoff; unter ungünstigen Umständen sind sie bewegslos; gewisse Arten, wie die Mikrokokken und die Bacillen des Milzbrands und der Tuberkulose, scheinen sich niemals zu bewegen.

III.

Wie alle lebenden Wesen, vermögen auch die Bakterien sich fortzupflanzen; diese Fortpflanzung beruht in der Regel auf Quertheilung. Die Bakterie wächst, bis sie etwa das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge erreicht hat; dann schnürt sie sich in der Mitte ein, wie eine 8, und spaltet sich schließlich in zwei Hälften,

von denen jede in kurzer Zeit aufs Neue in zwei Theile sich spaltet.

Bei dem raschen Verlauf dieser Vorgänge findet man die Bakterien fast immer in Vermehrung begriffen, in der Mitte eingeschnürt, paarweise oder auch kettenförmig zusammenhängend. Je höher bis zu einem gewissen Grade die Temperatur, desto rascher verläuft die Spaltung oder Theilung der Bakterien, desto stärker ist ihre Vermehrung; sie ist am lebhaftesten zwischen 25 und 35 Grad C.; bei niederer Temperatur wird sie langsamer und hört etwa bei fünf Grad gänzlich auf. Doch werden die Bakterien durch Kälte nicht getödtet; sie verfallen nur in Kältestarre, wo sie keiner Lebensregung fähig sind; sie können in diesem Zustand die stärksten Frostgrade überstehen, wie sie die moderne Technik mit Hilfe der flüssigen Kohlensäure erzielt; beim Aufthauen werden sie wieder lebendig und beginnen sich alsbald wieder zu bewegen und zu theilen, sobald die Wärme den erforderlichen Grad erreicht hat.

Steigt die Temperatur über vierzig Grad, so verfallen die Bakterien in Wärmestarre, während deren ihre Bewegung und Vermehrung herabgestimmt wird und schließlich ganz aufhört, aus der sie sich aber nach einiger Zeit wieder erholen können; getödtet werden sie erst durch längere Einwirkung von Temperaturen über 45—50 Grad je höher die Wärme, desto rascher wirkt sie tödtlich. Doch verhalten sich verschiedene Arten von Bakterien gegen erhöhte Temperatur nicht gleich; viele Arten vermehren sich gerade am üppigsten und raschesten bei Bluttemperatur (ca. 37 Grad), wo die meisten Arten bereits an Lebensenergie einbüßen; gewisse Bacillen vermehren sich selbst noch zwischen 47 und 50 Grad und werden erst nach längerer Erhitzung zwischen 50 und 55 Grad getödtet; es giebt selbst Bakterien, welche in noch bei weitem höheren Temperaturen, die der Siedehitze nahekommen, ihre Lebensthätigkeiten fortsetzen.

Es verlohnt der Mühe, sich durch Rechnung eine Vorstellung von der unglaublichen Massenentwickelung zu machen, deren

diese kleinsten aller Wesen durch ihre Vermehrung unter günstigen Bedingungen fähig sind.

Nehmen wir an, daß eine Bakterie sich innerhalb einer Stunde in zwei, diese wieder nach einer Stunde in vier, nach drei Stunden in acht spalten und so fort; nach 24 Stunden beträgt die Zahl der Bakterien bereits über 16³/₄ Million (16 777 220); nach zwei Tagen würden sie zu der ungeheuren Zahl von 281¹/₂ Billionen, nach drei Tagen zu 4772 Trillionen anwachsen.

Um diese Zahlen leichter faßlich zu machen, wollen wir die Masse und das Gewicht berechnen, welches aus einer Bakterie in Folge ihrer Vermehrung hervorgehen kann. Die einzelnen Körperchen der gemeinsten Stäbchenbakterien haben die Gestalt kurzer Cylinder, von $^1/_{1000}$ Millimeter im Durchmesser und etwa $^1/_{500}$ Millimeter Länge. Denken wir uns ein würfelförmiges Hohlmaß von ein Millimeter Seite (ein Kubikmillimeter), so würde dasselbe nach den eben angegebenen Verhältnissen von 636 Millionen Stäbchenbakterien ohne Zwischenraum ausgefüllt werden. Nach 24 Stunden würden die aus einem einzigen Stäbchen hervorgegangenen Bakterien etwa den vierzigsten Theil eines Kubikmillimeters einnehmen; aber schon am Ende des folgenden Tages würden sie einen Raum erfüllen, der 442 570 solcher Würfel, oder was dasselbe ist, 442¹/₂ Kubikcentimetern, etwas weniger als ¹/₂ Liter, gleich kommt. Nehmen wir den Raum, den das Weltmeer einnimmt, gleich ²/₃ der Erdoberfläche, und seine Tiefe im Mittel gleich einer halben geographischen Meile, so ist der Gesammtinhalt des Oceans 3 086 833 Kubikmeilen; bei stetig fortschreitender Vermehrung würden die aus einem Keim entstammenden Bakterien schon nach 4¹/₂ Tagen das ganze Weltmeer vollständig ausfüllen; ihre Zahl würde sich dann nur durch eine Ziffer von 36 Stellen ausdrücken lassen.

Nicht minder überraschend sind die Gewichtsverhältnisse. Setzen wir das spezifische Gewicht einer Bakterie dem des Wassers gleich, was von der Wahrheit nicht viel abweichen kann, so ergiebt sich

aus den oben angeführten Maßen, daß ein einziges Stäbchen 0,000 000 001 571 Milligramm, oder daß 636 Milliarden Bakterien ein Gramm, oder 636 000 Milliarden ein Kilogramm wiegen. Nach 24 Stunden würde das Gewicht der Bakterien ungefähr $^1/_{50}$ Milligramm, nach 48 Stunden fast ein Pfund (442 Gramm) betragen, nach drei Tagen dagegen nahezu $7^1/_2$ Million Kilogramm, oder ein Gewicht von 14 836 Centnern erreichen.

Man halte solche Berechnungen nicht für müßige Spielerei; sie allein machen uns die kolossalen Arbeitsleistungen der Bakterien verständlich. Auch stützen sie sich nur auf solche Voraussetzungen, die von der Natur selbst geschaffen sind; wäre z. B. die Dauer des Theilungsvorganges in Wirklichkeit auch erheblich länger, als die von uns angenommene Stunde, so würden die berechneten Zahlen eben nur ein paar Stunden oder Tage später zutreffen. Wenn freilich in begrenztem Raume niemals jene Werthe auch nur annähernd erreicht werden, so liegt dies nicht etwa daran, daß die Vermehrungsfähigkeit der Bakterien hinter der Rechnung zurückbleibt, sondern allein an der beschränkten Nahrung. Denn die Bakterien erzeugen ja den Stoff, der ihren Körper bildet, nicht selbst, sondern sie nehmen ihn von außen als Nahrung auf, und es können sich daher nicht mehr Bakterien bilden, als ihnen Nahrung geboten wird. Dazu kommt, daß die übrigen Pflanzen und Thiere auf dieselben Nährstoffe angewiesen sind, und diese sich gegenseitig streitig machen. Sogar verschiedene Bakterienarten, wenn sie auf dem nämlichen Nährboden sich zusammenfinden, bekämpfen sich auf Leben und Tod so lange, bis die schwächere Art von den kräftigeren oder besser begünstigten unterdrückt und erstickt ist. Jener grausame Kampf ums Dasein, der nach uraltem Brauch den Unterliegenden zugleich ausrottet, hält die Vermehrung der Bakterien, wie aller übrigen Wesen, in Schranken; nur wo eine Art die Oberhand behält, vermag sie sich ihrer Mitbewerber, die zugleich ihre Todfeinde sind, zu erwehren. Die Preßhefefabriken

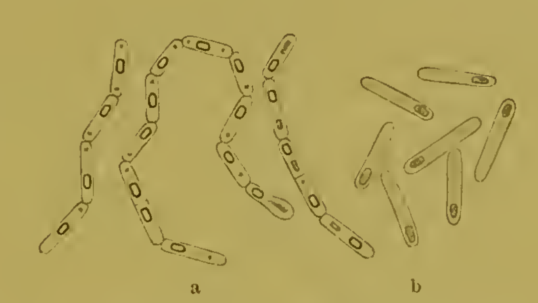
geben uns aber ein anschauliches Beispiel, zu welch kolossalen Massenverhältnissen sich mikroskopische Körperchen vermehren können, wenn ihnen ausreichende Nahrung geboten und die Konkurrenz anderer Wesen fern gehalten wird. Der Hefepilz übertrifft die Stäbchenbakterien in Masse und Gewicht etwa um das 160fache; das Gewicht einer Hefezelle ist also gleich 0,000 000 25 Milligramm, oder vier Milliarden Hefezellen wiegen ein Kilogramm. Werden nun in riesigen, mit geeigneter Nahrung reichlich erfüllten Bottichen die Hefezellen ungestörter Vermehrung überlassen, so können in großen Fabriken innerhalb 24 Stunden über 100 Centner Preßhefe erzeugt werden, die allerdings noch große Mengen Wasser enthält; möglicherweise sind die vielen Milliarden Zellen, die solche Massen bilden, im Verlauf eines Tages aus einem einzigen Hefepilzkeime hervorgegangen.

IV.

Nach der Theilung entfernen sich entweder die Bakterienhälften und schwärmen als selbständige Wesen davon; oder sie bleiben kettenartig an einander gereiht und bilden dann längere oder kürzere Fäden; in anderen Fällen bleiben ganze Generationen als Zellenfamilien oder Kolonien in Nestern oder Ballen vereint. Oft verbinden sie sich sogar, indem ihre Membranen gallertartig aufquellen, durch diese Gallert zu größeren Massen; sie erscheinen dann dem bloßen Auge wie farblose oder auch farbige Schleimhäute, welche ihre Unterlage überziehen und einhüllen, oder sie schwimmen als weiße Flöckchen im Wasser und setzen sich später am Boden der Flüssigkeit ab; sie können selbst knorpelige oder lederartige Beschaffenheit annehmen. Wir bezeichnen solche Schleimkolonien als Bakteriengallert (Zoogloea).[4])

Obwohl eine Vermehrung der Bakterien ohne reichliche Feuchtigkeit nicht möglich ist, und Austrocknen sie in Trockenstarre versetzt, so behalten sie doch meist noch längere oder kürzere Zeit ihre Lebens-

fähigkeit im trockenen Zustande, in derselben Weise, wie wir dies von Samen und Sporen der Pflanzen, von verpuppten Infusorien, ausgetrockneten Weizen- und Kleisterälchen, Räder- und Bärenthierchen wissen.[5]) Ausgetrocknete Bakterienkolonien, die an fremden Körpern als Verunreinigung oder Schmutz anhaften, oder als Sonnenstäubchen in der Luft herumfliegen, werden wieder erweckt, wenn sie in feuchte Umgebung gelangen, und vermehren sich in dieser aufs Neue; doch verlieren die meisten Arten in der Luft ziemlich rasch ihre Keimfähigkeit.



Sporen der Bakterien
a vom Milzbrandbacillus (Bacillus anthracis)
b von einem Sumpfbacillus (Bacillus limosus).
Nach E. Klein.

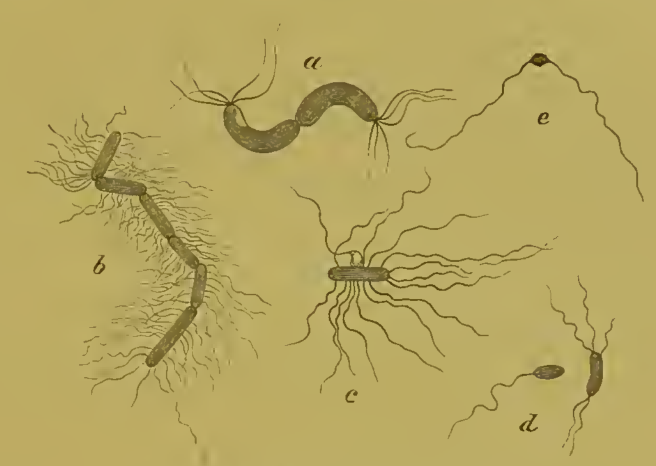
Nur die Bacillen verstehen es, selbst eine lange Austrocknung ungefährdet zu überdauern. Wenn die Feuchtigkeit, die ihr Lebenselement ist, zu verdunsten beginnt, oder die allmählich erschöpfte Nahrung sie mit Verhungern bedroht, dann stellen die Stäbchen und Fäden der Bacillen, die eben noch in lustigem Gewimmel durcheinander schwärmten, ihre Bewegungen ein, nachdem sie sich zuvor an der Oberfläche ihres Nährbodens in gedrängten Heerden gesammelt hatten. Alsdann verdichtet sich in jedem Gliede des Stäbchens das Protoplasma zu einem glänzenden, eirunden Ball, umhüllt sich mit einer festen, farblosen, wohl auch röthlichen, violetten oder schwarzen Schale und stellt nun eine Spore dar, die den Raum ihrer Mutterzelle nicht mehr ganz ausfüllt. Bei manchen Bacillen liegt die Spore am angeschwollenen Ende des Stäbchens, das dann einem Nagel oder einer Stecknadel ähnlich wird. Schließlich fallen die Sporen aus den Zellen heraus, in denen sie sich gebildet hatten; alle Stäbchen und Fäden sind dann aufgelöst, während ihre Sporen als feinstes

Pulver sich ablagern oder durch den Wind in die Luft entführt werden. Die Sporen der Bacillen können Jahre lang in ausgetrocknetem Zustand verharren, ohne daß dadurch ihre Keimfähigkeit vernichtet würde; auch den Giften leisten sie lange Widerstand. Während die Stäbchen der Bacillen in der Regel schon durch Erwärmung auf fünfzig Grad getödtet und durch Kochen unbedingt vernichtet werden, können ihre Sporen selbst stundenlange Einwirkung der Siedehitze vertragen; nur mehrstündiges oder mehrmals wiederholtes Aufkochen, sicherer noch Erhitzen über hundert Grad, wie es im Papin'schen Topfe erreicht wird, giebt Gewähr, daß in einem mit Bacillensporen verunreinigten Stoffe wirklich die Gefahr ihrer Entwickelung beseitigt ist. Denn wenn die Bacillensporen in die ihnen zusagenden Verhältnisse kommen, so keimen sie alsbald; die Schale oder Haut der Spore schwillt auf und wird gesprengt; aus ihr tritt das junge Stäbchen hervor, das sofort seine Schwärmbewegung beginnt und durch Theilung oder Spaltung sich rasch vermehrt.

V.

Fast alle älteren Beobachter haben die Bakterien als Thiere betrachtet und ihre schwärmenden Bewegungen als willkürliche aufgefaßt. Doch bieten dieselben keine anderen Erscheinungen, als sie auch die Schwärmzellen von unzweifelhaften Pflanzen, von Algen und Pilzen zeigen; sie lassen sich ohne Schwierigkeit auf Reizwirkungen des Lichtes oder chemischer Stoffe zurückführen, von denen die Bakterien, je nachdem diese ihnen nützlich oder schädlich sind, angezogen oder abgestoßen werden.[6]) Bei den meisten schwärmenden Bakterien sind besondere Bewegungsorgane in Gestalt lebhaft schwingender Geißeln entdeckt worden, bald einzeln, bald in Büscheln zu 2—12, bald an einem, bald an beiden Enden der Stäbchen, bald, gleich dem Wimperpelz der Infusorien, über die ganze Oberfläche zerstreut, — bald nur wenig länger als der Körper der Bakterie, bald

diesen vielfach, selbst um das 60fache übertreffend. Schon 1838 hatte Ehrenberg bei den Schraubenbakterien Geißelfäden gefunden; Robert Koch hat dieselben auch bei den Bacillen entdeckt, und es gelang ihm sogar, dieselben zu photographiren; Löffler (Greifswald) und Alfred Fischer (Leipzig) haben durch sinnreiche Färbungsmethoden ihre Erkennung erleichtert.[7]) Aber ganz ähnliche Bewegungen, durch ganz ähnliche Geißelfäden vermittelt, werden, wie wir in der vorhergehenden Vorlesung ausgeführt haben, auch bei den Schwärmzellen und Samenkörperchen der Algen und Pilze, und bei den Geißelschwärmern oder Flagellaten beobachtet.



Geißeln der Bakterien
a von Spirillum Undula in der Theilung; b vom Heubacillus (Bacillus subtilis), Faden bildend; c einzelnes Stäbchen des Heubacillus; d von Fäulnißbakterien (Bacterium Termo; e von Bacterium rubiginosum.
a—d nach Photographien von Alfred Fischer; e nach Photographien von Catiano.

Durch ihre Geißeln zeigen die Bakterien Verwandtschaft zu den Monaden, unter denen wir die kleinsten Geißelschwärmer kennen gelernt haben, und die selbst wieder in Beziehungen zu den gestaltverändernden Amöben stehen; einzelne farbige Arten, die früher als Monaden galten, werden jetzt geradezu unter die Bakterien gerechnet (Chromatium).

Wenn wir auch zugestehen, daß bei diesen einfachsten Urformen des Lebens die Besonderheiten thierischer und pflanzlicher Natur überhaupt nur wenig ausgebildet sind, so verweist doch die gesammte Organisation und Entwickelung die Bakterien in das

Pflanzenreich; ihre nächsten Verwandten sind offenbar die Blaualgen (Cyanophyceae); ein Theil der Bakterien steht den fadenförmigen Oscillarien und Spirulinen, ein anderer den kugelzelligen Chrookokken und Palmellen am nächsten, welche ebenfalls gewöhnlich familienweise in Schleimkolonien verbunden sind. In ihrer Lebensweise endlich stimmen die Bakterien vollkommen mit den Pilzen überein und werden deshalb gewöhnlich auch als Spaltpilze (Schizomyceten) bezeichnet.

Die Pilze unterscheiden sich in ihrer Ernährung sehr wesentlich von den grünen Pflanzen; denn diese entnehmen ihre Baustoffe den anorganischen Verbindungen der unlebendigen Natur, den Bestandtheilen der Luft, des Wassers und des Erdbodens; sie verarbeiten dieselben mit Hilfe des Sonnenlichts zu Zellhaut und lebendem Protoplasma.[8]) Die Pilze dagegen entbehren des Chlorophylls, welches, wie wir wissen, den grünen Pflanzenzellen die Kräfte zu solcher lebenschaffender Arbeit verleiht; daher müssen die Pilze gleich den Thieren ihre Baustoffe ganz oder doch theilweise von anderen Geschöpfen vorbereiten lassen; d. h. sie verbrauchen als Nahrung Stoffe, welche bereits im Körper eines Thieres oder einer Pflanze dem Leben dienen oder doch gedient haben; sie bedürfen, wie man sagt, organische Nahrung.

Alle die mannigfaltigen chemischen Verbindungen, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen sich zusammensetzt, enthalten Kohle, gewöhnlich nahezu die Hälfte des Trockengewichts, auch wohl etwas mehr oder weniger. Diese Kohle vermögen die grünen Pflanzen aus der Kohlensäure der Luft abzuscheiden und in lebensfähigen, organischen Stoff zu verarbeiten, zu assimiliren; die Pilze können die Kohlensäure ebensowenig assimiliren als die Thiere; sie müssen deshalb den Kohlenstoff, der auch bei ihnen die Hälfte des Gewichts ausmacht, aus den leichter zersetzbaren, organischen Kohlenstoffverbindungen entnehmen, welche aus grünen Pflanzen oder aus Thieren herstammen.

Der Körper der Pilze besteht aus langen, dünnen, vielgliedrigen Fäden, die sich reichlich verzweigen und unter einander zu größeren spinnweben-, strang-, haut- oder schwammartigen Massen verfilzen. Solches Pilzgeflecht wird Mycel genannt; Pilze mit spinnwebartigem Mycel heißen Schimmelpilze. Die Bakterien unterscheiden sich von den Pilzen dadurch, daß sie kein Mycel bilden; wohl aber entbehren sie gleich diesen des Chlorophylls und sind daher auf organische Nahrung angewiesen. Sie beziehen diese Nahrung entweder aus Stoffen, welche zwar aus dem Körper von Thieren und Pflanzen abstammen, aber nicht mehr im Verbande des Lebens sich befinden; solche Bakterien werden als Gährungspilze oder Saprophyten bezeichnet. Andere Bakterien mit größerer Lebensenergie entreißen gleich den Raubthieren mit Gewalt die Nährstoffe, deren sie bedürfen, lebenden Thieren oder Pflanzen; diese werden als Parasiten oder Schmarotzerpilze unterschieden.[9])

VI.

Die saprophytischen Bakterien sind ohne Zweifel die am meisten verbreiteten Wesen; man kann sie geradezu allgegenwärtig nennen; ihre Keime fehlen nirgends, weder in der Luft, noch im Wasser, noch im Erdboden; mit ihrer schleimigen Hülle heften sie sich an die Oberfläche aller festen Körper. Aber massenhaft entwickeln sie sich nur da, wo Fäulniß und Verwesung, Zersetzung und Gährung stattfindet; bringt man ein Stückchen Fleisch, eine Erbse, oder irgend einen anderen thierischen oder Pflanzenstoff in Wasser, so wird dieses nach kurzer Zeit trübe, dann milchig; es verliert seine Durchsichtigkeit, weil sich in ihm die Bakterien in den oben berechneten Verhältnissen vermehren, bis sie fast ohne Zwischenraum das Wasser erfüllen. Gleichzeitig schreitet die Fäulniß immer weiter fort, unter Entwickelung verschiedener, meist sehr übelriechender chemischer Verbindungen, theils Flüssigkeiten, theils Gase.

Nach einiger Zeit nimmt die Trübung ab; das Wasser wird

wieder klar und geruchlos; der organische Stoff ist von den Bakterien aufgelöst, verzehrt und verdaut worden; diese hören nun auf, sich weiter zu theilen; sie lagern sich am Boden unbeweglich als weißer Niederschlag ab. Man spricht dann von einer Selbstreinigung des Wassers; wird aber neue organische Substanz zugefügt, welche der Fäulniß fähig ist, so beginnt auch die Vermehrung der Bakterien aufs Neue.

Auch in feuchter Luft vermehren sich viele Arten der Bakterien reichlich, solange sie zersetzungsfähigen organischen Stoff vorfinden, der ihnen zur Nahrung dient; sie überziehen im dumpfigen Speiseschrank die gekochten Kartoffeln, den Käse und andere Speisen mit schleimigen, farblosen, oft auch mit schön gefärbten Ueberzügen, die selbst das bloße Auge von dem schneeweißen, mit bläulichem Sporenpulver überstreuten Spinngewebe der Schimmelpilze leicht unterscheidet; auch der weißliche Schleim der Zähne wird von Bakterien gebildet, die durch ihre rasche Vermehrung in der feuchtwarmen Luft der Mundhöhle auch nach der sorgfältigsten Reinigung immer wieder innerhalb jeder Nacht einen meßbar dicken Schleimüberzug erzeugen.

Woher kommt es nun aber, daß sich stets Bakterien in faulenden Stoffen entwickeln? In welchem Verhältniß stehen diese Bakterien zur Fäulniß? Auf diese Fragen sind verschiedene Antworten gegeben worden.

Die Einen sagten: Im Körper lebender Thiere und Pflanzen sind die chemischen Elemente zu organischen Verbindungen zusammengefügt; der Tod löst das Band, vermittelst dessen die Lebenskraft die Elemente verknüpft hatte; diese überlassen sich dem freien Spiel ihrer Anziehungskräfte, und ordnen sich, diesen folgend, zu neuen, einfacheren Verbindungen;[10]) so entstehen unter gleichzeitiger Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs in dem todten Körper Entmischungen, Zersetzungen und Neubildungen, durch welche seine Form und Zusammensetzung gänzlich zerstört wird. Demnach sind Fäulniß und Verwesung rein chemische Prozesse, der Verbrennung,

der Verwitterung, dem Rosten der Metalle vergleichbar; die Bakterien aber finden reichliche Nahrung in den bei der Fäulniß sich bildenden chemischen Verbindungen; kein Wunder, daß ihre Keime, wenn sie auch anfänglich nur vereinzelt Zutritt gefunden, bei der Fäulniß sich so außerordentlich vermehren.

Wäre diese Auffassung richtig, so wären die Bakterien nur zufällige Begleiter der Fäulniß; es müßte Fäulniß todter Körper auch dann eintreten, wenn die Bakterien von denselben fern gehalten werden.

Wenn wir Versuche anstellen, um die Richtigkeit dieser Vermuthung zu prüfen, so ist diese Bedingung freilich nicht leicht zu erfüllen; bringen wir zum Beispiel Theile oder Säfte eines Thieres oder einer Pflanze, Fleisch, Blut, Harn, Milch, Bruchstücke oder Aufgüsse von Blättern, Früchten, Samen in ein Glaskölbchen, so ist stets zu vermuthen, daß gleichzeitig auch einige der so außerordentlich verbreiteten, an der Oberfläche aller Körper festklebenden Bakterienkeime mit eingeführt werden; diese Vermuthung wird zur Gewißheit, wenn wir in das Kölbchen noch etwas Wasser bringen, da alles Wasser nachweisbar Bakterienkeime enthält. Es giebt aber ein einfaches Mittel, alle Bakterien in dem Glaskölbchen zu beseitigen; man braucht dasselbe nur eine Zeit lang zu kochen. Denn so wenig, wie irgend ein anderes Thier oder Pflanze, so wenig widerstehen die Bakterien der längeren Einwirkung der Siedehitze. Hat man Grund zur Vermuthung, daß auch Bacillensporen vorhanden sind, so muß allerdings das Kochen mehrere Stunden fortgesetzt, mehrere Male wiederholt, oder die Temperatur über hundert Grad gesteigert werden.

Hat man durch Erhitzung im Glaskölbchen die Bakterien sammt ihren Sporen getödtet, so muß man noch dafür sorgen, daß nicht neue Keime aus der Luft in das Innere desselben hineingerathen. Diesen Zweck suchte im Jahre 1785 ein durch scharfsinnige Experimente über die Fortpflanzung der Thiere und Pflanzen berühmter

Naturbeobachter, Spallanzani von Scandiano dadurch zu erreichen, daß er den Hals des Glaskölbchens während des Kochens zuschmolz; das Ergebniß war, daß die im Kölbchen eingeschlossenen Thier- und Pflanzenstoffe unverändert blieben, ohne jemals zu faulen.

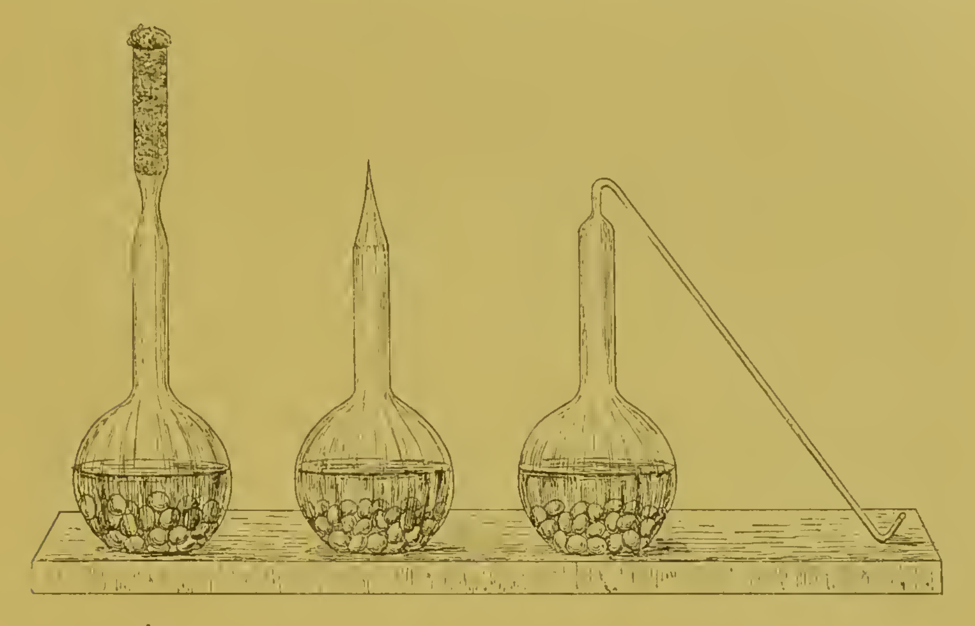
Der Pariser Koch François Appert benutzte am Anfang unseres Jahrhunderts (1804) diese Methode, um Fleisch, Gemüse und andere Nahrungsmittel unverändert durch lange Zeit aufzubewahren; er schloß dieselben in Blechbüchsen ein, die, mit einer kleinen Oeffnung versehen, im Wasserbad längere Zeit gekocht wurden: während des Kochens wurde die Oeffnung zugelöthet. Jede Hausfrau weiß, daß sich in Blechbüchsen die konservirten Speisen Jahrelang halten, ohne zu verderben; eine der großartigsten Industrien, die sich in den letzten Jahrzehnten aus der Appert'schen Methode entwickelt hat, beschäftigt sich mit dem Einlegen von Nahrungsmitteln; bekommen wir doch durch dieselbe Rennthierzungen und Bärenschinken aus Lappland, Lachs vom stillen Meer, Hummern, Austern und Rindfleisch aus Süd- und Nordamerika, wie aus Australien, die vielleicht schon Jahre alt, beim Gebrauch sich fast wie frische verhalten.

Man hat nun freilich eingewendet: wenn die in den Spallanzani'schen Kölbchen und den Appert'schen Blechbüchsen eingeschlossenen Stoffe nicht faulen, so ist der Grund nicht der, daß in ihnen keine Bakterien, sondern daß in ihnen kein Sauerstoff vorhanden ist; denn beim Kochen wird die Luft ausgetrieben und der Zutritt neuen Sauerstoffs durch das Zulöthen unmöglich gemacht. Um diesen Einwand zu widerlegen, änderte Theodor Schwann (Berlin) 1837 den Spallanzani'schen Versuch so ab, daß er den Kolbenhals erst zuschmolz, nachdem Luft in denselben durch ein glühendes Glasrohr eingeleitet war; in diesem werden natürlich alle in der Luft schwimmenden Bakterienkeime verbrannt.

Schröder und Dusch (Heidelberg) gaben 1857 für diesen Zweck ein bequemeres Mittel; sie verstopften den offenen Hals des Kölbchens

mit gereinigter Watte; wenn die beim Kochen ausgetriebene Luft beim Abkühlen wieder in das Kölbchen eindringt, werden alle lebenden Keime, die als Sonnenstäubchen in der Luft schwebten, zwischen den Fasern der Baumwollenpfropfs wie in einem Filter zurückgehalten.

Endlich erfann Louis Pasteur (Paris) 1862 ein noch einfacheres



Versuche zur Widerlegung der Urzeugung.
Die mit Wasser und Erbsen erfüllten Kölbchen werden gekocht, sodann a (nach Spallanzani) der Hals zugeschmolzen, b (nach Schröder und Dusch) mit Watte verstopft, c (nach Pasteur) der in eine dünne Röhre ausgezogene Hals hakenförmig umgebogen. Es bilden sich weder Bakterien, noch tritt Fäulniß ein.

Verfahren; er bog den in eine lange Spitze ausgezogenen Kolbenhals hakenförmig nach unten, ohne ihn zuzuschmelzen; die in der Luft enthaltenen Bakterienkeime bleiben dann an den Wänden des gebogenen Halses hängen und gelangen nicht ins Innere des Kölbchens.

Das Ergebniß aller drei Verfahren ist immer das nämliche: die im Kölbchen eingeschlossenen organischen Stoffe gerathen niemals in Fäulniß; gleichwohl fehlt es ihnen bei b und c nicht an Luft; nur die Bakterienkeime finden keinen Eingang.

Aus diesen und vielen ähnlichen Versuchen läßt sich aber auch mit der größten Bestimmtheit folgern: daß wenn auch alle übrigen Bedingungen der Fäulniß gegeben sind, diese doch nicht eintritt, wenn keine Bakterien anwesend sind. Dagegen beginnt die Fäulniß sofort, sobald Keime von Bakterien absichtlich oder unabsichtlich zugesetzt werden, sei es auch in geringster Zahl; die Fäulniß schreitet in demselben Maße fort, in dem sich die Bakterien vermehren; alle Umstände, welche die Vermehrung der Bakterien begünstigen, beschleunigen die Fäulniß; alle Bedingungen, welche deren Entwickelung aufhalten, verlangsamen die Fäulniß; alle Mittel, welche Bakterien tödten, heben auch die Fäulniß auf; umgekehrt hört die Vermehrung der Bakterien auf, sobald alle fäulnißfähige Substanz zerstört ist.

Also sind die Bakterien nicht die zufälligen Begleiter, sondern sie sind die Ursache, die Erreger der Fäulniß; Fäulniß ist ein von saprogenen Bakterien erregter chemischer Prozeß. Nicht der Tod, wie man gewöhnlich glaubt, erzeugt die Fäulniß, sondern das Leben jener unsichtbaren Wesen.

VII.

Es scheint beinahe selbstverständlich, daß jeder Leib, von dem das Leben gewichen, der Verwesung anheimfällt; und doch steht zweifellos fest: ohne die Lebensthätigkeit der Bakterien würden von allen Geschöpfen auch nach ihrem Tode die Form und Mischung ihrer Körper erhalten bleiben, so gut wie bei den ägyptischen Mumien, bei den in den dänischen Torfmooren versunkenen Recken, oder bei den Mammuth- und Rhinozerosleichen, die seit vielen Jahrtausenden im sibirischen Eise eingefroren, sich mit Haut und Haar unversehrt erhalten haben. Sobald einmal das Eis schmilzt, verfallen auch diese letzten Ueberbleibsel einer ausgestorbenen Thierwelt in wenig Tagen der Verwesung.

Dasselbe Experiment wird täglich im Kleinen in den Eis-

schränken unserer Haushaltungen angestellt; nach demselben Prinzip werden in großartigem Maßstabe Seefische aus den Hafenstädten nach dem Binnenlande, und sogar frisches Fleisch aus Australien und Südamerika in Schiffen versendet, die mit Eiskammern versehen sind; das Fleisch kommt nach mehrmonatlicher Reise unverändert in Europa an. Die Ursache aller dieser Erscheinungen ist leicht begreiflich: die saprogenen Bakterien stellen bei Temperaturen unter fünf Grad ihre Lebensthätigkeit ein, während sie bei höherer Temperatur sich alsbald vermehren und Fäulniß erregen.

Im Torfmoor ist es die chemische Mischung des sauren Moorwassers, welche die Entwickelung der Bakterien und ihre Einwirkung auf die darin versenkten Thier- und Menschenkörper verhindert. Wenn die Leiber altägyptischer Pharaonen, ihrer Priester und Hofgesellschaften sich vier Jahrtausende bis zur Gegenwart erhalten haben, so sind es die bei der Mumificirung angewendeten aromatischen Spezereien, die, neben der Austrocknung, die Bakterien und dadurch auch die Verwesung abgehalten haben.

Bakterientödtende, antiseptische Flüssigkeiten (Essig, Borsäure, Salicylsäure, Kreosot, Kochsalz) dienen zur Konservirung des gepökelten, gesalzenen, geräucherten und marinirten Fleisches. Noch wirksamer ist die in den anatomischen Museen übliche Aufbewahrung in starkem Alkohol, oder die Anwendung von schweren Metallsalzen, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Sublimat, von Karbolsäure oder von Jodpräparaten (Jodoform); ganz besonders wirksam ist auch die unter dem Namen Formalin oder Formol in den Handel gebrachte Lösung des Formaldehyd. Alle diese und viele andere Stoffe werden deshalb als Desinfektionsmittel zur Abtödtung der Bakterienkeime angewendet.

Sind in einem Körper alle Bakterien auf die eine oder die andere Weise vernichtet, und dadurch ebensowohl deren Entwickelung als auch die von ihnen erregte Fäulniß verhindert, so bezeichnen wir ihn als sterilisirt. Wenn in einem nach der Methode von

Spallanzani, Schröder und Dusch oder Pasteur behandelten Kölbchen oder in einer Appert'schen Blechbüchse sterilisirtes Fleisch oder Pflanzenstoffe sich Jahre und höchst wahrscheinlich auch Jahrhunderte lang unverändert erhalten haben, so braucht man nur einen einzigen bakterienhaltigen Wassertropfen zuzusetzen oder denselben nur mit unreinen Fingern zu berühren, um sofort die Fäulniß einzuleiten.

VIII.

Die gesammte Naturordnung ist darauf gegründet, daß die Leiber, in denen das Leben erloschen, der Auflösung anheimfallen, damit ihre Stoffe wieder neuem Leben dienstbar werden können. Denn die Masse des Stoffes, welcher sich auf der Erde zu lebenden Wesen gestalten kann, ist eine beschränkte; immer die nämlichen Stofftheilchen müssen in ewigem Kreislauf von einem abgestorbenen in einen lebenden Körper übergehen; ist auch die Seelenwanderung eine bloße Mythe, so ist die Wanderung der lebenden Materie von Geschlecht zu Geschlecht eine naturwissenschaftliche Thatsache. Gäbe es aber keine Bakterien, so würden die in einer Generation der Thiere und Pflanzen verkörperten Stoffe auch nach deren Ableben ebenso gebunden bleiben, wie es die chemischen Verbindungen in den Felsgesteinen sind; neues Leben könnte sich nicht entwickeln, weil es ihm an Körperstoff fehlen müßte. Den Bakterien ist im Haushalte der Natur die große Aufgabe zugewiesen, in rascher Fäulniß jeden abgestorbenen Thier- und Pflanzenleib wieder zu Luft, Wasser und Erde werden zu lassen, aus denen er entstanden ist. Bakterien sind es insbesondere, welche die Eiweißverbindungen des abgestorbenen Protoplasma in Ammoniak und Salpetersäure zersetzen und dadurch neuen Pflanzengenerationen das Rohmaterial zur Erzeugung von frischem, lebensfähigem Protoplasma bereiten, das sodann in den Körpern der Thiere und Menschen zu höherer Verwerthung gelangen kann. Alles Ammoniak, alle Salpetersäure, welche den

Reichthum des Bodens ausmachen, sind Fäulnißprodukte unterirdischer Bakterien; einzig und allein die Bakterien machen daher das Hervorsprießen neuen Lebens möglich.

Und wie in der Gegenwart, so waren seit dem Anbeginn des Lebens auf der Erde die Bakterien thätig gewesen, um die abgestorbenen Leiber der vorweltlichen Thiere und Pflanzen durch Fäulniß und Verwesung in ihre elementaren Verbindungen aufzulösen, und dadurch für ihre Wiederbelebung in den Körpern der nachfolgenden Generationen vorzubereiten. Einem französischen Forscher, B. Renault, ist es gelungen, unter dem Mikroskop in den verkieselten, verkalkten oder in Steinkohle umgewandelten Ueberresten vorweltlicher Pflanzen, wie sie sich aus sämmtlichen Formationen vom Devon bis zum Tertiär erhalten haben, die verschiedenen Arten von Mikrokokken und Bacillen wieder aufzufinden, welche bei der Vermoderung und Verwesung derselben mitwirkten. Andere Arten von Bakterien wurden von ihm in den Zähnen, Schuppen, Knochen der fossilen Thiere nachgewiesen. Da diese Bakterien bei den Versteinerungsvorgängen meist durch Verkohlung sich schwärzten, so sind sie in fossilem Zustande oft leichter zu erkennen, als in lebendem.[11])



Fossile Bakterien
Bacillus ozodeus mit Sporen. Aus den Sporangien eines fossilen Farn der Steinkohlen von Grand Croix (Pecopteris Asterotheca). Nach einer Photographie von B. Renault.

IX.

Die wunderbare Thatsache, daß Fäulniß und Verwesung Arbeitsleistungen von Bakterien sind, steht nicht vereinzelt da; denn

alle Bakterien erregen in ihren Nährstoffen eigenthümliche Veränderungen, die wir gewöhnlich als Gährungen bezeichnen: sie sind lebendige Fermente. Offenbar ist es die außerordentliche Kleinheit der Bakterien und ihre lebhafte Beweglichkeit, welche dieselben befähigen, ihren Nährboden bis in seine kleinsten Theile zu durchdringen und zu zersetzen; sie rufen dadurch Wirkungen hervor, wie wir sie sonst nur bei den chemischen Kräften der Elemente beobachten.

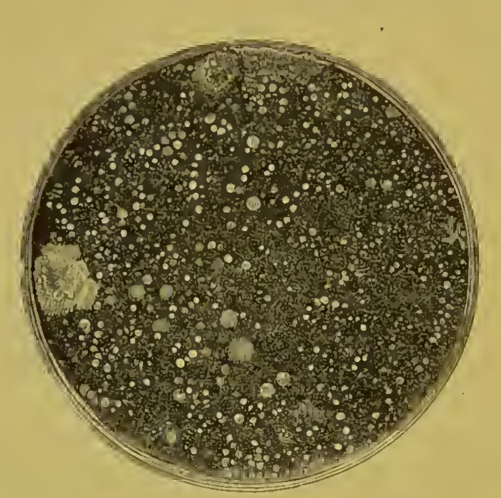
Wir kennen nur noch einen Pilz, der in Gährung erregender Kraft den Bakterien gleicht; es ist der Alkoholhefepilz (Sacharomyces). Seine mikroskopischen Kugelzellen wurden zwar schon 1680 von Leeuwenhoek in Bier und Wein beobachtet,[12]) aber erst 1837 von Cagniard Latour und gleichzeitig durch besonders schlagende Versuche von Schwann als die eigentlichen Erreger jener Gährung erkannt, welche den Zucker der Bierwürze in Alkohol und Kohlensäure spaltet. Andere Arten der Hefepilze erregen die alkoholische Gährung des Traubensaftes und des Obstmostes.[13]) Eine genauere Erkenntniß von den Lebensbedingungen der Hefepilze verdanken wir Louis Pasteur, dem genialen Forscher von Paris; er zeigte, daß der Hefepilz gleich allen anderen Pflanzen zu seiner Ernährung gewisse Mineralstoffe bedarf, die nämlichen, welche sich in der Hefeasche finden und unter denen Kali und Phosphorsäure die wichtigsten sind. Der Hefepilz bedarf ferner Stickstoff; früher glaubte man, daß er den Stickstoff nur aus den stickstoffreichen Eiweißstoffen aufnehmen könne, welche im Traubensafte wie in der Bierwürze nie fehlen; Pasteur zeigte, daß der Hefepilz seinen Stickstoffbedarf auch durch Ammoniak befriedigen kann, welches nur aus Wasserstoff und Stickstoff besteht. Der Hefepilz bedarf endlich Kohle; diese bezieht er aber nicht wie die grünen Pflanzen aus der Kohlensäure, sondern unmittelbar und ausschließlich aus Zucker; er bildet seine Zellhaut und seinen Fettgehalt durch Umwandlungen des Zuckers, die er in seinen Zellen ausführt; auch die Eiweißstoffe, aus denen das Protoplasma seiner Zellen besteht, erzeugt er durch Verbindung des Zuckers mit Ammoniak.

Indem nun der Hefepilz dem Zucker die Kohle entzieht, deren er für den Aufbau seiner eigenen Zellen bedarf, bewirkt er ein Zerfallen des Zuckers und eine neue Anordnung seiner Atome; er erregt dadurch eben jene Spaltungen, die als Alkoholgährung bezeichnet werden. Dagegen kann der Hefepilz freien Sauerstoff entbehren, der sonst eine unersetzliche Vorbedingung des Lebens ist; er vermehrt sich zwar bei weitem reichlicher, wenn er aus der Luft Sauerstoff aufnehmen kann; aber er erregt kräftigere Gährung, wenn die zuckerhaltige Flüssigkeit, in der er sproßt, keinen Sauerstoff enthält. Wir nehmen an, daß der Sauerstoff, den der Hefepilz zur Unterhaltung seiner Athmung und damit auch seines Lebens bedarf, ebenfalls aus dem Zucker stammt, dessen kleinste Theilchen bei der Gährung zerspalten werden; sind ja doch in jedem Zuckermolekel sechs Atom Kohle mit zwölf Atom Wasserstoff und sechs Atom Sauerstoff verbunden. Ist die Gährung vorüber, so ist aller Zucker in Alkohol und Kohlensäure zersetzt; aber auch die Hefepilze können sich nun nicht weiter vermehren, sobald ihnen der unentbehrliche Nährstoff des Zuckers fehlt; sie treten in Ruhestand und setzen sich am Boden der ausgegohrenen Flüssigkeit als Unterhefe ab, oder werden von der stürmisch entweichenden Kohlensäure als Hefeschaum oder Oberhefe ausgeworfen.

Die nämlichen Lebensbedingungen gelten auch für die Bakterien. Auch sie beanspruchen eine Nahrung, welche die nöthigen Mineralsalze, insbesondere Phosphorsäure und Kali enthält; auch sie können den Stickstoff für ihr Protoplasma aus thierischem oder pflanzlichem Eiweiß, aber ebenso gut auch aus Ammoniak oder Salpetersäure beziehen; aber den Hauptbestandtheil ihrer Zellbaustoffe, die Kohle, gewinnen sie aus verschiedenen organischen Verbindungen, die ja sämmtlich Kohlenstoff enthalten.

Eine Flüssigkeit, welche alle Bestandtheile zur Ernährung von Bakterien enthält, wird Bakteriennährlösung genannt; sie wird nach einer von Robert Koch ausgebildeten Methode zur Bakterienkultur

verwendet. Will man zum Beispiel im Laboratorium die Bakterien züchten, welche in einem Trinkwasser enthalten sind, so versetzt man die erwärmte Nährlösung mit etwas flüssiger Gelatine, gießt eine gewisse Menge des zu prüfenden Wassers hinzu und vertheilt durch sorgfältiges Schütteln die Bakterienkeime möglichst gleichmäßig; nach dem Erstarren der „Nährgelatine" ist dann jeder Keim gewissermaßen in einer Gallerthülle isolirt. Nach einigen Tagen hat sich aus jedem Keim durch fortgesetzte Theilungen eine größere oder kleinere, schon mit bloßem Auge sichtbare Kolonie entwickelt: man kann jetzt leicht durch Abzählen der Kolonien die Zahl der ursprünglich vorhandenen Bakterienkeime ermitteln. Schlechtes Trinkwasser erweist sich dann mitunter so reich mit Bakterienkolonien erfüllt, daß die Kultur dem voll ausgestirnten Himmel einer klaren Winternacht gleicht. Auch gelangt man durch rationelle Weiterzüchtung einer einzelnen Kolonie zu Reinkulturen, die über die Lebensbedingungen einer bestimmten Art einen weit zuverlässigeren Aufschluß geben, als dies in den Bakteriengemischen gährender Flüssigkeiten sonst möglich ist.[14])



Bakterienkolonien, aus dem in unreinem Trinkwasser enthaltenen Keimen in Nährgelatine gezüchtet.
Nach der Natur photographirt von Krull. $^1/_2$ nat. Größe.

X.

Aehnliche Spaltungen, wie sie im Zucker durch die Hefepilze und in den Eiweißstoffen durch die Fäulnißbakterien bewirkt werden, erleiden auch andere organische Verbindungen, welche den Bakterien

als Nährstoffe dienen; sie werden dadurch in die verschiedenartigsten Gährungen versetzt. Können die Gährung erregenden Bakterien aus der Luft freien Sauerstoff in ausreichender Menge beziehen, so vermehren sie sich meist besonders reichlich, so daß sie zu dicken Schleimmassen (Zoogloeen) sich ausbilden, welche die Oberfläche ihres Nährbodens oder ihrer Nährflüssigkeit überlagern.

Gewisse Bakterienarten saugen den Sauerstoff aus der Luft mit solcher Heftigkeit ein, daß sie denselben nach Art poröser Körper in loser Bindung aufspeichern und auch auf andere Stoffe in ihrer Umgebung übertragen; sie veranlassen dadurch eine langsame Verbrennung oder Oxydation der Substanzen, auf deren Oberfläche sie sich ausbreiten.

Bakterien, welche zu ihrer Existenz freien Sauerstoff bedürfen und deshalb am besten an der Oberfläche ihres Nährbodens in Berührung mit der Luft gedeihen, werden aërobisch genannt. Es giebt aber auch anaërobische Bakterien, welche, wie der Hefepilz, den freien Sauerstoff entbehren können, weil sie ihn den organischen Verbindungen entziehen, von denen sie sich ernähren; sie wirken daher reduzirend. Wenn in solchen Fällen in der Regel auch die Vermehrung der Bakterien herabgemindert ist, so sind die von ihnen erregten Gährungen meist um so kräftiger. [15])

Gewisse Bakterien gedeihen sogar in Flüssigkeiten und Räumen, welche nicht nur sauerstofffrei sind, sondern selbst Schwefelwasserstoffgas enthalten, das für andere Thiere und Pflanzen tödtliches Gift ist; sie sind meist durch kreideweiße, häufig auch durch schön pfirsichblüthrothe Färbung ausgezeichnet und bilden die Gruppe der Schwefelbakterien. Der Schwefelwasserstoff selbst ist ein Produkt ihrer Thätigkeit; indem sie die Leichen von Pflanzen und Thieren zersetzen, bewirken sie, daß der Schwefel, welcher einen Bestandtheil aller Eiweißstoffe bildet, sich mit Wasserstoff zu jenem Gase verbindet, von dem schon die geringste Spur sich durch den bekannten Geruch nach faulen Eiern bemerklich macht. In Teichen

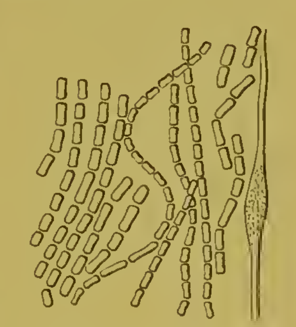
und Gräben veranlassen Schwefelbakterien die Vermoderung der abgestorbenen Thier- und Pflanzenreste, welche sich auf dem Grunde ablagern, wobei Schwefelwasserstoff entwickelt wird; die schwarze Schlammschicht, welche den Boden dieser Gewässer bedeckt, verdankt ihre tintenartige Färbung dem Schwefeleisen, das aus der Verbindung des Schwefelwasserstoffs mit dem Eisengehalt des Wassers sich bildet. In den Seehäfen wird die schwarze Schlammschicht, welche die Schwefelbakterien bei der Vermoderung der ins Meer geworfenen Abfallstoffe erzeugen, von einer weißen Haut übersponnen, die von fadenförmigen, lebhaft beweglichen Schwefelbakterien zusammengewebt ist; sie stellt den todten Grund dar, auf dem sonst nichts Lebendes gedeiht. Der Körper aller Schwefelbakterien ist von Körnchen erfüllt, die nichts Anderes sind als feines Schwefelpulver, das in ihren Zellen aus dem Schwefelwasserstoffgas abgeschieden wird. Lange, fadenförmige, durch kräftige Beweglichkeit ausgezeichnete Schwefelbakterien leben auch in den heilkräftigen Schwefelthermen, wo sie den Felsgrund der Bäder mit weißen Schleimmassen überlagern oder im Wasser als Gallertflocken umherschwimmen; nach ihrem Absterben treten die Schwefelkörnchen aus den Fäden aus und schlagen sich nicht selten in dicken Schichten als weißer Schwefelabsatz oder, nach chemischen Umwandlungen, als Gips (schwefelsaurer Kalk) am Boden nieder.[16])

Anders wirken die Eisenbakterien; auch sie sind dünne, aber bewegungslose Fäden, die in Gallertscheiden stecken; sie leben in jedem Wasser, welches Eisen gelöst hat, was nicht bloß in den eigentlichen Eisensäuerlingen, sondern auch in sehr vielen Brunnen, Gräben und Flüssen der Fall ist. Die Eisenbakterien erscheinen dem bloßen Auge als gelbe oder rothe Flocken, die im Wasser schwimmen oder an der Oberfläche sich sammeln. Sie fällen das Eisen in ihren Scheiden mit rother Farbe (Ferrohydroxyd) aus, so daß diese sich erst gelb, dann rostroth, zuletzt dunkelbraun färben und leicht brüchig werden; allmählich lagern sich die Eisenscheiden

als dicker rother Ockerabsatz am Boden der Gewässer ab; in sumpfigen Wiesen geben sie zur Bildung des Raseneisenstein Veranlassung, der an vielen Orten technisch verarbeitet wird.[17])

XI.

Die Gährungsprodukte, welche von den Bakterien erzeugt werden, sind in der Regel sauer; die Bakterien, welche sie erzeugen, heißen acidogene oder Säurebildner. Winzige Kugelbakterien, die vermittelst einer langen Geißel umherschwärmen, erzeugen Salpetersäure aus dem Ammoniak, welches sich im Erdboden bei der Fäulniß von Thier- und Pflanzenstoffen gebildet hat; diese Nitrobakterien geben dadurch zur Salpeterbildung Veranlassung.[18])



Essigbakterien (Bacterium Pasteurianum). Vergr. 1000. Nach Emil Hansen.

Wenn Bier oder Wein, die einige Zeit im Glase oder in der Flasche stehen bleiben, sauer werden, so ist das eine Arbeitsleistung der Essigbakterien. Es sind unbewegliche, längliche oder eirunde Zellchen, welche, perlschnurartig zu langen Ketten gereiht, als schleimige Fäden in der Flüssigkeit schwimmen; bald aber sammeln sie sich an der Oberfläche derselben und überziehen sie mit einer grauen Schleimhaut, dem Essigkahm oder der Essigmutter; durch ihre Thätigkeit wird der Alkohol der geistigen Flüssigkeit in Essigsäure umgewandelt. Es beruht dies auf einer unvollkommenen Verbrennung des Alkohols; die Essigbakterien saugen lebhaft den Sauerstoff der atmosphärischen Luft ein und übertragen ihn auf den Alkohol, der dadurch zu Essigsäure oxydirt wird; je länger die Essigbakterien arbeiten, desto mehr nimmt die Säure zu; ist aber aller Alkohol verarbeitet, so vermindert sich der Säuregehalt wieder und verschwindet schließlich ganz, da nunmehr die Essigsäure selbst durch die Bakterien zu Kohlensäure verbrannt wird.[19])

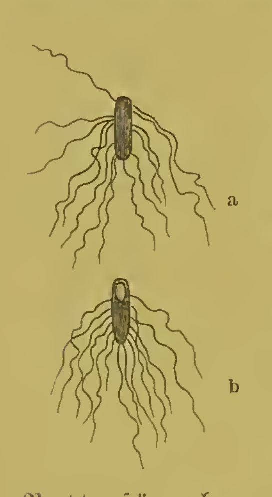
Wenn süße Milch sauer wird, so beruht dies auf der Thätigkeit

der Milchsäurebakterien, kurzer, bewegungsloser Stäbchen, welche aus dem Milchzucker die entsprechende Säure bereiten.[20]) Unter gewissen Bedingungen wird die Milchsäure durch eine neue Gährung in übelriechende Buttersäure umgebildet; diese ist es, welche die Butter ranzig macht; bei der Buttersäuregährung werden Kohlensäure und Wasserstoff frei; infolge dieser Gasentwicklung schäumt die Milch und steigt leicht über. Auch bei der Fäulniß von Eiweißstoffen werden Buttersäure und andere stinkende Fettsäuren gebildet, aus denen übrigens durch einfache chemische Umwandlungen sich Aetherarten von angenehmstem Wohlgeruch, z. B. das Arom der Ananas, der Obstarten und des Rum erzeugen lassen.



Milchsäurebakterien (Bacterium acidi lactici). Nach Migula. Vergr. 1000.

Alle Buttersäuregährungen sind die Arbeitsleistung stäbchenförmiger Bacillen, die zu verschiedenen Arten gehören. Anfangs lebhaft bewegt, schwärmen sie vermittelst langer Geißelbüschel in der Flüssigkeit umher; bei Ausschluß von Sauerstoff üben sie ihre Fermentwirkung am energischsten aus. Die eine Art schwillt dann an der Spitze des Stäbchens blasenförmig auf und bildet hier im Innern eine Spore; eine andere Art wächst bei reichlichem Sauerstoffzutritt in lange vielgliederige Fäden aus, welche sich zu schwimmenden Häuten verfilzen und in jedem ihrer Glieder eine eirunde, schneeweiße oder röthliche Spore erzeugen. Wie die Sporen aller Bacillen, so zeichnen auch diese sich durch ungemeine Lebenszähigkeit aus; sie können ein bis zwei Stunden gekocht werden, ohne daß ihre Keimkraft vernichtet wird. Wenn grüne Erbsen und andere Pflanzenstoffe, an denen ge=



Buttersäurebacillen. Bacillus (Clostridium) butyraceus. a ohne, b mit Spore. Nach einer Photographie von Alfred Fischer. Vergr. 1000.

wöhnlich solche Bacillensporen haften, beim Konserviren in Blechbüchsen nicht lange genug gekocht worden sind, so tritt zwar keine Fäulniß ein, da die Fäulnißbakterien der Siedhitze nicht widerstehen, wohl aber entwickeln sich die Bacillen der Buttersäuregährung aus ihren Sporen und vermehren sich trotz des mangelnden Sauerstoffs in der verschlossenen Büchse; bei der von ihnen erregten Gährung werden übelriechende Gase entbunden, welche den Deckel der Büchse konvex nach außen wölben und beim Oeffnen derselben den Inhalt unter heftiger Explosion ausspritzen.[21])

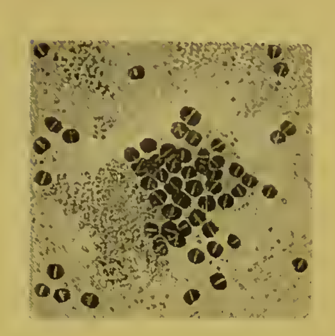
Während die Säure erzeugenden Bakterien zu Grunde gehen, sobald ihr Nährboden alkalisch wird, erregen umgekehrt andere Arten eine Gährung, bei welcher Ammoniak frei wird; sie werden daher als Alkalibildner, Alkalogene bezeichnet. Hierhin gehören die kettenförmigen Kugelbakterien, welche die Ammoniakgährung des Harns verursachen; andere Arten spielen bei der Erzeugung des Ammoniaks im Stalldünger und im Erdboden eine Rolle.

XII.

Unter den Gährungen, welche von Bakterien erregt werden, sind von besonderem Interesse diejenigen, welche Licht, welche Wärme und welche Farbstoffe erzeugen.

Wir wissen bereits, daß unter den Thieren des Meeres eine große Zahl selbstleuchtend ist und in massenhafter Versammlung ihr Licht über den Ocean verbreitet. Aber auch von leuchtenden Bakterien ist das Meer erfüllt; in der Ost- und in der Nordsee, wie in den tropischen Meeren sind verschiedene Arten von Mikrokokken und Bacillen nachgewiesen worden, die ein weißes, bläuliches oder grünliches Licht ausstrahlen; hier scheinen sie selbst bei der glänzenden Erscheinung des Meerleuchtens mitzuwirken. Daher leuchten auch die Seefische, die am Strande zum Trocknen aufgehängt werden; sie überziehen sich, wie zuerst Pflüger (Bonn) 1874 nachwies, mit einer Schleimschicht von großen Leuchtmikrokokken, deren Keime offen-

bar aus dem Meerwasser stammen; mir sind Fälle bekannt, wo selbst gekochter Seefisch, als er durch einen dunklen Korridor auf die Tafel getragen wurde, zum Schreck des Kochs über und über phosphoreszirte. Wenn „photogene" Bakterien die Haut eines lebenden Seethiers, besonders häufig den Panzer kleiner Krebse überziehen, so erscheinen diese in ihrer ganzen Gestalt selbstleuchtend. Aber auch in Flüssen sind Leuchtbakterien beobachtet worden; dadurch erklärt es sich, daß manchmal auch rohes Fleisch von Schlachtthieren, nachdem es vermuthlich durch Wasser mit solchen Bakterien infizirt wurde, zu leuchten beginnt. In einem Fleischerladen zu Schaffhausen wurde 1878 von Nüsch, in Berlin 1880 von Lassar beobachtet, daß alle dort aufgehängten und in zwei Hälften gespaltenen Schweine über und über leuchteten.



Leuchtmikrokokken (Micrococcus phosphorens). Nach einer Photographie von Migula. Vergr. 1000.

Wird eine geringe Menge des phosphoreszirenden Bakterienschleimes auf frisches Fleisch gebracht, so überzieht er dasselbe in kurzer Zeit als zusammenhängende Bakteriengallert, und mit ihr verbreitet sich auch das Leuchten über die ganze Oberfläche. Wird der leuchtende Schleim in Salzwasser vertheilt, so leuchtet auch dieses längere Zeit hindurch; sobald aber das Fleisch zu faulen beginnt, entwickeln sich Fäulnißbakterien, welche die leuchtenden Arten verdrängen, und gleichzeitig erlischt auch die Phosphoreszenz.[22])

Mit den Licht spendenden stimmen die Wärme erzeugenden Bakterien darin überein, daß sie für ihre Thätigkeit den freien Sauerstoff der Atmosphäre bedürfen. Verschiedene Arten aërobischer Bakterien saugen bei der Athmung den Sauerstoff mit solcher Energie ein und verbrauchen davon solche Mengen für die Verbrennung ihrer Kohlenbestandtheile, daß sie große Mengen Kohlensäure erzeugen und dabei eine bedeutende Wärme entwickeln. Ganz beson-

ders lebhaft ist ihre Athmung und, davon abhängig, ihre Erhitzung bei rapider Vermehrung und bei der Ausbildung ihrer Sporen; sobald diese zur Reife gelangt sind, sterben die Bakterien ab, und damit hört auch jede Temperaturerhöhung auf. Das bekannteste Beispiel ist die Selbsterhitzung des feuchten Heu. Unter den zahllosen Bakterienarten, deren eigentlicher Wohnsitz und Wirkungsfeld der Humus der Wiesen ist, befinden sich auch Bacillen, die sich durch eirunde Sporen fortpflanzen. Wenn dann die Oberfläche des Erdbodens zu Staub austrocknet, so werden die Bacillensporen in die Luft fortgeweht und lagern sich später mit dem Staub auf die Halme der Wiesengräser. Sie behalten lange ihre Keimfähigkeit; wenn man Grashalme, gleichviel ob frisch gemäht oder seit langer Zeit als Heu ausgetrocknet, eine halbe Stunde lang mit Wasser auskocht, so werden alle anderen Bakterien getödtet, die Bacillensporen aber bleiben im Heuaufguß lebendig und keimen binnen 24 Stunden in lebhaft schwärmende, über und über mit flimmernden Geißeln bekleidete Stäbchen aus, die den Namen der Heubacillen erhalten haben. (Abb. S. 455 b. c.) Diese wachsen nach zwei bis drei Tagen zu langen Fäden aus, welche sich an der Oberfläche des Aufgusses in schleimigen Häuten ansammeln, dann aber sich auflösen, nachdem in jedem Fadengliede eine Spore sich gebildet hat.[23]) Dasselbe geschieht auch, wenn frisch gemähtes Gras, vom Regen naß, zu hohen Heuhaufen zusammengerecht wird. Denn dann keimen in den Wassertröpfchen die Sporen der Heubacillen, welche den Grashalmen anhafteten, gleichzeitig mit vielen anderen Bakterien, die mit dem Staube angeflogen waren; in Folge der Wärme, welche durch ihre lebhafte Athmung diese kleinen, aber in unendlicher Menge sich rasch vermehrenden Spaltpilze, ganz besonders aber die Bacillen bei der Sporenbildung, entbinden, erhitzt sich der Heuhaufen, so daß man bald die Hand nicht mehr hineinhalten kann; das Wasser in und zwischen den Halmen verdampft und hüllt den Haufen in einen rauchähnlichen

Nebel ein. Bei der von den Heubakterien erregten Gährung wird das Heu allmählich in eine lockere, braune, kohlige Substanz verwandelt — in ähnlicher Weise, wie durch den Hausschwamm die Balken und Bohlen der Gebäude verrottet werden. Dieses Braunheu kann beim raschen Auseinandermachen der rauchenden Heuschober den Sauerstoff der Luft so gierig einsaugen, daß es aufglimmen und durch den Wind in lodernde Flammen angefacht werden kann. Schon der alte Plinius räth den römischen Landwirthen, „das Heu an der Sonne zu wenden und nicht eher, als bis es trocken ist, aufzuhäufen; beachtet man dies nicht sorgfältig, so könne man gewiß sein, daß die Miethen des Morgens eine Art Nebel aushauchen und bald, in der Sonne entzündet, in Flammen gerathen".[24]) Bis in die neueste Zeit kommen Berichte von Heuschobern, die durch Selbstentzündung in Feuer aufgegangen sind, am häufigsten aus Gegenden, wo das Heu zu „Bergen" aufgeschichtet und häufig vom Regen durchnäßt wird, aus den Marschwiesen der Seeküsten und aus den Wiesen am Fuße der Voralpen.

Auch die beim Verspinnen zurückbleibenden feuchten Abfälle der Baumwollenballen können sich selbst erhitzen, und auch hier sind Bakterien, deren Keime schon in den Ländern ihres Anbaues mit dem Bodenstaube angeflogen sind, die Wärmeerzeuger. In Augsburg wird ein mit einer Baumwollenspinnerei verbundenes Gewächshaus durch Baumwollenabfälle geheizt, welche in Treibkästen vier Fuß hoch gehäuft und reichlich mit Wasser übergossen werden; in Folge einer von Bakterien erregten Gährung tritt in den Kästen eine Selbsterwärmung bis zu 35 Grad ein, die wochenlang anhält und in geeigneten Apparaten bis auf 65 Grad sich erhebt.[25]) Ob diese sich auch bis zur Selbstentzündung steigern kann, ob die fürchterlichen Brände, durch welche die Baumwollenballen während des Seetransports auf den Schiffen oder in den Magazinen der Hafenstädte vernichtet werden, wirklich durch Selbstentzündung oder nicht vielmehr durch von außen angeflogene Funken veranlaßt

werden, ist zweifelhaft. Zweifellos ist aber die Selbsterwärmung der Mistbeete ein Werk von Bodenbakterien; dasselbe gilt von den Tabakhaufen, die sich bei ihrer von Bakterien erregten Gährung bis auf achtzig Grad erhitzen können.

XIII.

An die licht- und wärmeerzeugenden schließen wir die farbenerzeugenden, an die photogenen und thermogenen die chromogenen Bakterien.

Schon im Alterthum und während des ganzen Mittelalters war im Volke die Sage verbreitet, daß von Zeit zu Zeit auf Speisen, besonders auf Brot, plötzlich Blutstropfen erscheinen; ist erst einer sichtbar, so vermehrt sich bald das Blut, es tropft und überzieht größere Flächen; dieses Wunderblut galt als ein unheildrohendes Zeichen, das den Zorn der Gottheit anzeigen, verborgene Verbrechen offenbaren und blutige Sühne erheischen sollte. Die Geschichte berichtet bis in die neue Zeit von zahlreichen Opfern, welche einem finsteren Aberglauben fielen, so oft das Wunder des Blutes auf Speisen, besonders aber, wenn es auf einer Hostie sichtbar ward. Mit dem Jahrhundert der Aufklärung hörte allmählich das Blutwunder auf; aber erst Ehrenberg war es, der 1849 die Erscheinung des Wunderblutes als eine naturwissenschaftliche Thatsache feststellte. Sie zeigt sich gewöhnlich nur auf gekochten, nicht auf rohen Speisen, auf Kartoffeln, Reis, Mehl, Polenta, Brod, selbst auf gekochtem Fleisch und Hühnereiern, plötzlich und von selbst, ohne daß man sie jedoch willkürlich hervorrufen könnte; Milch, Käse und Eiweiß röthen sich auch ungekocht. Zuerst erscheinen, hier und da zerstreut oder haufenweise zusammengedrängt, kleine purpurne Tröpfchen, die bis zur Größe eines starken Stecknadelkopfes anwachsen; diese verflachen sich und fließen zusammen zu zähem, blutigem Schleim. Breitet man mit der Nadel auf einer gekochten Kartoffel ein Tröpfchen der rothen Gallert aus, so vermehrt sie sich so, daß sie in ein

bis zwei Tagen die ganze Oberfläche mit dem reinsten Karminroth überzieht; es ist leicht, so große Mengen zu züchten, daß man sie technisch zum Färben benutzen könnte; leider ist der prächtige Farbstoff nicht haltbar; er wird am Licht sehr bald zerstört. Ehrenberg fand, daß der rothe Schleim aus unzähligen ovalen, ganz außerordentlich kleinen Körperchen besteht, denen er den Namen der Wundermonaden (Monas prodigiosa) gab; wir zählen sie zu den Kugelbakterien und bezeichnen sie als Mikrokokken des Wunderbluts (Micrococcus prodigiosus); sie bedürfen den Zutritt von freiem Sauerstoff und ernähren sich von den eiweißhaltigen Speisen, deren Oberfläche sie überziehen, ohne jedoch tiefer einzudringen; indem sie dieselben zersetzen, erzeugen sie durch eine eigenthümliche Pigmentgährung den rothen Farbstoff. Dieser besitzt, wie Otto Erdmann und Joseph Schröter nachgewiesen haben, eine auffallende Verwandtschaft mit jenen glänzenden Anilinfarben, welche neuerdings so hohe Bedeutung für die Färbeindustrie gewonnen haben; er läßt sich durch Alkohol ausziehen und bildet getrocknet einen schwarzpurpurnen Ueberzug mit metallischem, grünlichem Schimmer, ganz so, wie ihn das Fuchsin zeigt. Der Blutmikrokokkus ist ein Alkalibildner und entwickelt einen widerwärtigen Geruch nach Heringslake, der von einer Ammoniakverbindung als Gährungsprodukt herrührt (Trimethylamin). Mit der Ueberhandnahme der Fäulnißbakterien sterben die Blutmikrokokken allmählich ab; der Farbstoff verfärbt sich in hellroth und wird schließlich zerstört.

An historischem Interesse und in dem mächtigen Eindruck, welchen es auf die mythenbildende Phantasie der Völker ausübte, steht das „Wunderblut" einzig da; als naturwissenschaftliche Erscheinung schließt es sich an eine ganze Reihe von Färbungen, welche in feuchter Luft fast regelmäßig auf Käse, gekochten Kartoffeln, Eiern und anderen Speisen erscheinen, in Gestalt milch- oder kreideweißer, schwefelgelber, orangerother, spangrüner, violetter, blauer, rother, brauner Flecken, Tröpfchen oder Schleimmassen. Alle diese Farb-

stoffe, zum Theil ebenfalls Anilinpigmenten verwandt, werden von farbigen Kugelbakterien erzeugt, welche unter dem Mikroskope sich von den Mikrokokken des Wunderblutes oft kaum unterscheiden lassen; da aber jedes dieser Tröpfchen bei der Reinzüchtung immer und ausschließlich nur den ihm eigenthümlichen Farbstoff erzeugt, müssen wir sie auch als verschiedene Arten betrachten.

Andere chromogene Bakterien leben in Flüssigkeiten, aus denen sie farbige Verbindungen erzeugen; bei manchen Arten sind diese Farben fluorescirend; sie erscheinen gelb bei durchgehendem, blau bei reflektirtem Lichte. Wenn sich die Milch von selbst streifenweise blau oder gelb färbt, wenn der Eiter aus Wunden eine spangrüne oder goldgelbe Färbung annimmt, so sind Stäbchenbakterien als Erzeuger dieser Färbungen nachgewiesen. Den farblosen Zellsaft der Indigopflanze spalten Bakterien durch Pigmentgährung in Zucker und Indigoweiß, das sich an der Luft zu dem kostbaren Indigoblau oxydirt. Schöne Färbstoffe (Persio, Orseille, Lakmus) werden durch die Arbeit von Bakterien aus strauchigen oder krustigen felsenbewohnenden Flechten gewonnen; diese bleiben im Wasser so lange der Gährung überlassen, bis der anfänglich farblose Auszug an der Luft eine purpurne, rothe oder blaue Färbung annimmt. Es ist uns sogar gelungen, in künstlichen chemischen Lösungen, welche wein- und essigsaures Ammoniak enthalten und an sich vollkommen farblos und wasserklar sind, durch Bakterien in kurzer Zeit einen blauen Farbstoff zu erzeugen, der wie Lakmus durch Säuren geröthet wird; die Flüssigkeit färbte sich erst hellblau, dann von Tag zu Tag immer tiefer indigoblau. In anderen Versuchen traten Bakterien gewissermaßen als Fabrikanten von saft- oder spangrünen, gelben oder rothen Färbungen auf, die sie aus farblosen chemischen Lösungen herzustellen verstehen.[26]) Es giebt kaum eine Farbennuance der modernen Technik, die nicht auch von chromogenen Bakterien erzeugt wird.

XIV.

Keine anderen Thiere oder Pflanzen treten in so nahe, so mannigfaltige Beziehungen zu den Menschen in ihren alltäglichen Verrichtungen und Gewerben, wie die Bakterien. Freilich spielen sie zumeist die Rolle unsichtbarer Spukgeister, die ein Vergnügen daran finden, den nachlässigen Hausfrauen allerhand Schabernack zu spielen oder unwissenden Handwerkern ihre Stümperarbeit zu verderben. Wer aber seine Geschäfte mit Sorgfalt verrichtet und die Lehren der Wissenschaft sich zu Nutze zu machen weiß, der wird der kleinen Kobolde leicht Herr; er lernt sie in die gebührenden Schranken festzubannen und sie sogar zu gehorsamen Dienern zu erziehen.

Seit wir wissen, daß an alle unreinen Körperflächen Keime von Bakterien sich anheften, hat die alte Vorschrift: „Außen blank und innen rein" eine neue wissenschaftliche Begründung gewonnen; die skrupulöseste Reinlichkeit, die sich nicht bloß auf den Körper und die Wäsche, sondern auch auf alle Gefäße und Geräthschaften erstrecken muß, ist das sicherste Mittel, um schädliche Gährungserreger fern zu halten.

Pasteur hat uns gelehrt, daß nicht bloß das Sauerwerden von Bier und Wein von den Essigbakterien herrührt, welche zugleich mit den Trestern in die Weinkufe oder mit unreiner Hefe in den Maischbottich eingeführt wurden, sondern daß auch alle anderen sogenannten Krankheiten dieser Getränke, durch welche sie umschlagen, bitter, fade, zäh und schleimig werden, auf wilden Gährungen beruhen, welche von gewissen Arten der Bakterien oder von verwandten Spaltpilzen erregt werden. Da aber alle diese kleinen Schädlinge schon bei mäßiger Erhitzung getödtet werden, so ist es leicht, Wein oder Bier haltbar und exportfähig zu machen, indem die Flaschen auf fünfzig bis sechzig Grad erwärmt werden; man bezeichnet dieses Verfahren, durch welches Feuer, Bouquet und Werth des Trankes erhöht wird, als Pasteurisiren.

Auch die Milch wird sauer, bitter, fadenziehend, sie nimmt eine blutige, indigoblaue oder gelbe Färbung an, je nachdem sich in ihr diese oder jene Art von Bakterien vermehrt; der Genuß solcher Milch schädigt die Gesundheit, selbst wenn sie keine besonderen Krankheitskeime aufgenommen hat. Aber Soxleth hat den Hausfrauen gelehrt, durch einen einfachen Apparat die Milch so weit zu erwärmen, bis die verderblichen Bakterien getödtet sind; er hat dadurch die Mütter in den Stand gesetzt, ihre Kinder mit gesunder Milchnahrung aufzuziehen; noch sicherere Gewähr giebt das Sterilisiren der Milch, wie es in den Dampfapparaten großer Fabriken ausgeführt wird.



Kaukasische Bacillen mit Sporen und Kefirhefepilze aus den Kefirhefekörnern. Nach Ed. Kern.

Seit einer Reihe von Jahren hat sich wegen seiner leicht verdaulichen, nährenden und heilkräftigen Wirkung auch im westlichen Europa ein dickflüssiges, säuerliches, später wie Champagner aufschäumendes, alkoholhaltiges Getränk, der Kefir, eingebürgert, den schon seit alter Zeit die Völker in den höchsten Regionen des Kaukasus, am Elbrus und Kasbeck aus der Milch durch Zusatz eigenthümlicher Hefekörner zu bereiten verstanden; diese gleichen den bekannten Eiergraupen oder Bröckchen von Blumenkohl; sie bestehen aus einem Gemenge von Hefepilzen und Bakterien eigenthümlicher Art.

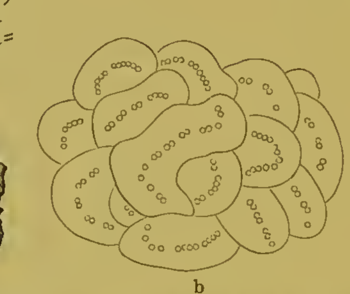


Kefirhefekörner.
Natürliche Größe. Nach der Natur photographirt von Krull.

Durch die vereinte Arbeit der kaukasischen Bacillen und der Hefepilze wird der Milchzucker (Laktose) der süßen Milch theils in Milchsäure, theils in eine gährungsfähige Zuckerart (Galaktose) verwandelt, welche

sodann in Alkohol und Kohlensäure gespalten wird.[27] — In den Zuckerfabriken treibt oft eine seltsame Bakterienart (Leuconostoc) ihr Wesen; der ausgepreßte Rübensaft erstarrt über Nacht in den Pressen und Bottichen zu einer farblosen, steifen Gallerte, welche man mit Fischrogen oder Froschlaich verglichen hat, die aber nichts Anderes ist als eine Zoogloea von perlschnurartigen Bakterien; dabei wird der Zucker in geschmackloses Gummi oder Dextrin umgewandelt und völlig aufgezehrt.[28]

Andere Bakterien versetzen das Ausflußwasser der Zuckerfabriken, das freilich durch die Abfall-





Froschlaichpilz des Rübensaftes (Leuconostoc mesenteroides). a Gallertartige Bakterienmasse, natürliche Größe. b Darmartig gewundene Gallertröhrchen; c wabenartige Gallertkügelchen, die perlschnurähnlichen Bakterienketten einschließend. b und c 520 vergrößert. Nach van Tieghem.

stoffe der Rüben stark verunreinigt ist, in Fäulniß und Gährung, so daß es zum Genuß, wie zu technischem Verbrauch untauglich wird und kostspielige Reinigungseinrichtungen erforderlich macht.

Auf der anderen Seite sind es Bakterien, welche beim Rösten des Flachses, des Hanfs und anderer Gewebspflanzen die feinen Bastfasern aus dem festen Zellenverbande der Stengel lösen und für das Verspinnen und Verweben herrichten.[29] Daß in den Essigfabriken Myriaden von Bakterien Tag und Nacht damit beschäftigt sind, aus dem Essiggut, möge dieses nun aus Wein, Bier oder verdünntem Spiritus bestehen, die aromatische Säure zu be-

reiten, haben wir bereits aus der wunderbaren Fähigkeit dieser Wesen begründet, den atmosphärischen Sauerstoff auf die Nährflüssigkeit zu übertragen.

So mannigfaltig auch die Genußmittel sind, welche der Völkerverkehr in unserer Zeit zu allgemeinen Lebensbedürfnissen gemacht hat, sie verdanken ihre Nerven erregende Reizwirkung in erster Linie gewissen Stoffen, die der Chemiker sinnig als Aether oder als ätherische Oele bezeichnet, als seien sie etwas Edleres als die gemeine Materie; gerade diese ätherischen Stoffe sind zumeist Erzeugnisse von Bakterien. Wir wissen, daß in den Tabaksfabriken es die Bakterien sind, welche durch eine erhitzende Gährung in den grünen narkotischen Blättern den pikanten Duft zugleich mit dem schönen Havanabraun erzeugen. Aber auch die Blätter des chinesischen Thee erhalten erst durch die Gährung ihres Saftes ihr zartes Arom und ihre schwarze Farbe. Die Kakaosamen erlangen ihren milden, würzigen Wohlgeschmack erst, wenn sie in überdeckten Haufen zusammengeschaufelt, oder in große Fässer eingefüllt, „gerottet" sind und eine Gährung durchgemacht haben; die Kaffeebohnen erhitzen sich in den Säcken durch eine „Edelgährung," die den Werth der Waare erhöht. Selbst die edle „Blume" des Weins ist im frischen Traubensaft und im Most noch nicht vorhanden; sie entwickelt sich erst nach Jahr und Tag durch die Nachgährung.[30]) Aber alle diese Gährungen sind Arbeitsleistungen von Bakterien und anderen Spaltpilzen, die den Genußmitteln erst ihre Tugend und ihren hohen Kaufpreis verleihen.

XV.

Am innigsten unter allen Gewerben sind die Bakterien mit der Landwirthschaft verbunden, bald als Feinde, die unablässig zu bekämpfen sind, bald als Gehülfen, die unaufgefordert dankenswerthe Arbeiten verrichten.

Während bei der Milchwirthschaft und in den Brauereien und

Brennereien die Bakterien mit aller Sorgfalt als unerwünschte Eindringlinge fern zu halten sind, die den Wirthschaftsbetrieb oft auf das Schwerste schädigen, bewähren sie sich bei der Bereitung von Käse als geschickte, willkommene Arbeiter.[31]) Der aus dem Magen der Saugkälber gewonnene Labauszug, welcher den Käsestoff der Milch zum Gerinnen bringt, enthält auch zahllose Bacillen, welche den süßen Käsebrei allmählich in Gährung versetzen; es entwickeln sich dabei Gase, die den Käseleib auftreiben und seine Masse, ähnlich wie in der Brodkrume, mit größeren und kleineren Luftblasen durchlöchern. Gleichzeitig bilden sich als Gährungsprodukte auch alle jene Stoffe, die dem Käse seinen pikanten Wohlgeschmack verleihen und nach Verlauf von Monaten das Ausreifen der Käse herbeiführen.[32])

Ganz besonders thätig sind Bakterien bei der Zubereitung des Stalldüngers. Wie wir wissen, ist das Futter der eingestallten Thiere, das Heu, das Stroh und die anderen Pflanzenstoffe infizirt mit den Sporen von Schimmelpilzen und Bacillen, sowie mit den Keimen anderer Erdbakterien, die mit dem Staube angeflogen waren. Ein großer Theil derselben wird in dem Magen der Thiere durch die Verdauung nicht getödtet, sondern geht mit ihren Exkrementen wieder ab und entwickelt sich auf diesen weiter. Daher finden wir auf dem Koth der Rinder, Schafe, Pferde, in dem auch die Zellgewebe der pflanzlichen Nahrung sich nur wenig verändert wiederfinden, in üppigstem Wachsthum eine Menge der interessantesten und zierlichsten Schimmel- und anderer Pilze, die sonst dem Beobachter kaum zu Gesicht kommen.[33]) Am reichlichsten vermehren sich die Bakterien und beginnen bald ihre Fermentthätigkeit; die Perlschnurketten des Harnmikrokokkus zersetzen den Harnstoff in kohlensaures Ammoniak; die Buttersäurebacillen greifen den Zellstoff der pflanzlichen Gewebe an; die Heubacillen und eine Menge anderer Bakterien versetzen die Eiweißstoffe und andere Zellbestandtheile in Gährung, wobei sie große Massen Sauerstoff verbrauchen, sehr viel Kohlen-

säure entbinden und große Mengen von Wärme frei machen. Das Thermometer weist in den gährenden Misthaufen allmählich steigende Temperaturerhöhungen bis zu siebzig Grad nach. Das werthvollste aber unter den verschiedenen Gährungsprodukten, welches die Bakterien aus dem über die Felder ausgestreuten Stalldünger erzeugen, ist das Ammoniak; dieses ist wieder die Nahrung der überall im Boden verbreiteten Nitrobakterien, welche das scharfe, flüchtige Gas durch Uebertragung von Sauerstoff in Salpetersäure verwandeln, die sich sofort mit anderen Mineralbestandtheilen des Bodens zu Kalk- und Kalisalpeter verbindet; sie bereiten auf diese Weise für die Wurzeln der Kulturpflanzen jene Stickstoffverbindungen, aus welchen dieselben ihr lebendes Protoplasma und mit diesem auch den Bildungsstoff für Fleisch und Blut, für Gehirn und Nerven, für Haut und Haar der Thiere und Menschen erzeugen.[34])

Den Hülsenfrüchten oder Leguminosen aber, Erbsen, Wicke, Bohnen, Klee, Lupine u. a., erschließen Bakterien noch eine besondere Stickstoffquelle. Schon den alten griechischen und römischen Landwirthen war bekannt, daß ein Feld mit Saubohnen oder Lupinen keines Düngers bedürfe, sondern selbst den Boden dünge, wie der beste Stallmist. In Thessalien und Makedonien bestellte man den Boden mit Saubohnen, die man unterpflügte, wenn sie zu blühen begannen; von den Lupinen wußte man, daß sie sogar auf dürrem Sandboden gedeihen, gleichwohl aber den Obstgarten und Weinberg fett und fruchtbar machen, wenn sie vor dem Reifen der Hülsen unter die Wurzeln der Bäume und Reben eingegraben werden.[35]) Auch in neuerer Zeit hielten die Landwirthe fest an der Ueberzeugung, daß die Leguminosen bei der Ernte bei weitem mehr Stickstoff in ihren Geweben aufsammeln, als der Boden ihnen bieten konnte, und daß sie sogar den armen Boden mit Stickstoff anreichern. Aber erst in den letzten Jahrzehnten ist man auf eine Eigenthümlichkeit der Leguminosen aufmerksam geworden, welche offenbar mit dieser außerordentlichen Fähigkeit der Stickstoffspeicherung im Zusammenhang

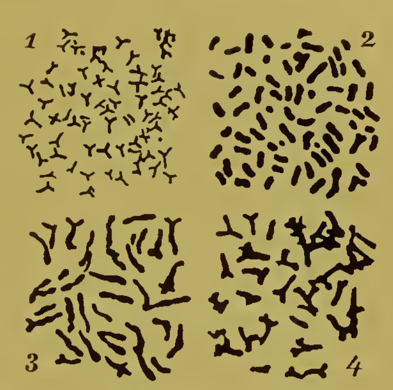
steht. Zuerst im Jahre 1858 wies ein junger Naturforscher, den bald ein frühzeitiger Tod der Wissenschaft entriß, Johannes Lachmann in Bonn, darauf hin, daß an den Wurzeln aller Leguminosen in großer Menge kleine Knöllchen festsitzen, von der Größe der Mohn-



Wurzeln der Bohne (Phaseolus multiflorus). Mit Bakterienknöllchen. Nach der Natur photographirt von Krull.

körner bis zu der einer Erbse, einzeln an kurzen Stielen oder traubig gehäuft; diese Wurzelknöllchen werden später hohl, indem ihr Inneres sich in trübe Flüssigkeit auflöst; alsdann gehen sie zu Grunde und werden von den Stammpflanzen als Nahrung verbraucht, während neue Knöllchen an den jungen Wurzeln hervorsprossen. Seit dem Jahre 1885 ist durch eine ganze Reihe von Untersuchungen, unter denen die von Hellriegel (Dahme), Frank (Berlin) und Beyerinck

(Delft) die bedeutendsten sind, ermittelt worden, daß diese Knöllchen eine Art von Gallen sind, hervorgerufen von Bakterien, die aus dem Erdboden in die Wurzeln der Leguminosen einwandern und in ihnen Gewebswucherungen hervorrufen. Im Protoplasma der Knöllchenzellen vermehren sich die eingedrungenen Bakterien; beim Absterben nehmen sie gewöhnlich eigenthümliche, dreigabelige Gestalten an, die man als Bakteroiden bezeichnet hat. Enthält ein Acker keine Wurzelbakterien, so können in ihm Leguminosen nicht gedeihen; wenn man aber das Feld mit dem Aufguß aus einem Boden tränkt, der bereits die nämlichen Hülsenfrüchte getragen hat und daher mit Bakterienkeimen erfüllt ist, so wandern diese in die Wurzeln ein; in Folge ihrer Reizwirkung entwickeln sich alsbald die Knöllchen an den Wurzeln, und die Leguminosen können nun kräftig wachsen. Wir werden zu der Annahme gezwungen, daß die Wurzelbakterien eine Kraft besitzen, die allen anderen Lebewesen abgeht: den freien atmosphärischen Stickstoff zu assimiliren und in organische Stickstoffverbindungen überzuführen, welche den Leguminosen zur Bereitung ihres Protoplasmas tauglich sind. Verschiedene Arten der letzteren scheinen auf verschiedene Arten von Wurzelbakterien angewiesen zu sein; die moderne Landwirthschaft bereitet sich vor, mit Reinkulturen von Bakterien ihre Felder zu düngen, um deren Erträge an Fleisch und Blut bildenden Erzeugnissen zu steigern.[36])



Bakterien und Bakteroiden aus den Wurzelknöllchen von Leguminosen.
1 Wicke (Vicia sativa); 2 Inkarnatklee (Trifolium incarnatum; 3 Luzerne (Medicago sativa); 4 rauhhaarige Wicke (Vicia hirsuta). Vergr. 1000. Nach der Natur phot. von Armytage.

XVI.

Unsere Betrachtungen haben ergeben, daß bei aller Fäulniß, Gährung und zahlreichen anderen Zersetzungen und Umwandlungen organischer Materie Bakterien, welche in riesigen Verhältnissen sich vermehren, als Erreger thätig sind: gerade diese kleinsten Wesen verrichten durch ihre Massenentwicklung die großartigsten Arbeiten, sobald ihre Keime einmal Zugang gefunden haben.[37]) Aber woher stammen diese Keime?

Bis in die neueste Zeit hat es Naturforscher gegeben, welche meinten, daß bei der Fäulniß sich die organischen Verbindungen des abgestorbenen Thiers von selbst zu neuen lebenden Wesen, zu Bakterien, zu Hefe- und Schimmelpilzen, ja selbst zu jenen Infusionsthierchen gestalten können, die bei diesen Vorgängen nie fehlen. Man erfand sogar für diese Entstehung einen besonderen Namen: Urzeugung (Archigenesis, Generatio aequivoca).

Heutzutage können wir mit vollster Sicherheit den Satz aussprechen, daß lebende Wesen, seien sie noch so klein und einfach, niemals anders entstehen, als aus Keimen, die von Wesen gleicher Art abstammen. Der Glaube an die Urzeugung der Bakterien, der Schimmel- und Hefepilze und der Urthierchen ist nur der letzte Ueberrest eines uralten Aberglaubens; im Alterthum meinte man, Schlangen und Frösche entständen aus dem Schlamm, den die Sonne bebrütet, Raupen erzeugten sich aus faulen Blättern, Ungeziefer aus Schmutz, Würmer aus kranken Eingeweiden, Maden aus verdorbenem Fleisch. Heutzutage weiß jedes Kind, daß dies alles Märchen sind; jede Hausfrau weiß, daß im Fleisch keine Maden sich entwickeln, wenn durch ein Drahtgitter der Zutritt den Schmeißfliegen verwehrt wird, die ihre Eier darin ablegen wollen; sie hat gelernt durch sorgfältiges Bedecken die Schimmelsporen abzuhalten, welche, mit anderem Staube aus der Luft abgesetzt, gern sich auf ihren eingelegten Früchten ansiedeln;

sie weiß, daß Trichinen und Bandwürmer nur durch den Genuß von rohem oder halbgekochtem Schweinefleisch entstehen, in welchem die lebendigen Jugendzustände dieser Thiere bereits vorhanden waren.

Für die Bakterien ist durch die von uns schon oben erwähnten Versuche der zweifellose Beweis geführt, daß sie ebenso wenig durch Urzeugung entstehen, als andere lebende Wesen. Wir haben gesehen, daß, wenn Fleisch oder andere Stoffe aus dem Thier- oder Pflanzenreich gekocht und alle darin vorhandenen Bakterien getödtet wurden, dieselben für ewige Zeiten sterilisirt sind und daß alsdann nie und nimmer Bakterien von selbst darin sich entwickeln.

Ebenso wenig wie durch Urzeugung können Bakterien dadurch entstehen, daß dieselben, wie wohl auch vermuthet wurde, von gemeinen Schimmel-, Hefe- oder Brandpilzen als eine besondere Art schwärmender Keime erzeugt würden, und daß sie unter Umständen sich wieder zu solchen Pilzen entwickeln könnten. Durch beweiskräftige Versuche widerlegt ist auch die Ansicht, daß alle Bakterien nur verschiedene Formen einer und derselben Art seien, die sich durch Züchtung in einander umwandeln lassen. Wir wissen jetzt, daß auch in der Welt der Bakterien Gleiches immer nur von Gleichem erzeugt, daß jede besondere Art der Gährung auch von besonderen Bakterienarten hervorgerufen wird, welche unter allen Umständen die nämliche Formenentwickelung und die nämliche Arbeitsleistung zeigten. Alle Bakterien entstehen immer nur aus Keimen der gleichen Art.

Durch alle diese Thatsachen ist freilich die Hoffnung zu Nichte gemacht worden, daß in der Entwickelung der Bakterien der Schlüssel gefunden werde für den Ursprung des Lebens auf der Erde überhaupt. Gäbe es auch nur ein einziges Thier oder Pflanze, welche noch heutzutage aus ungeformter, lebloser Materie von selbst durch Urzeugung sich zu einem lebendigen Wesen gestalten kann, so könnten wir uns vorstellen, daß am Anfang die ersten Geschöpfe sich auf die nämliche Weise gebildet haben. Nunmehr steht zwar fest, daß das

Leben auf Erden einen Anfang gehabt hat, da es ja erst bestehen konnte, nachdem der glühende Erdball sich an seiner Oberfläche abgekühlt hatte; auf welche Weise aber die ersten lebendigen Wesen auf die Erde gekommen sind, dafür fehlt es an aller Analogie; das Leben gleicht dem heiligen Feuer der Vesta, welches nur dadurch ewig erhalten wurde, daß immer der neue Brand sich an dem alten entzündete.

In früheren Vorlesungen haben wir gezeigt, daß der Stoff, aus welchem der Körper aller Lebewesen, von der niedersten Bakterie bis hinauf zum Menschen, besteht und der als der alleinige Träger aller Lebensthätigkeiten anzusehen ist, daß das Protoplasma niemals von selbst durch die chemischen Verwandtschaftskräfte seiner Elemente zu Stande kommt, noch auch künstlich im Laboratorium zusammengesetzt werden kann, sondern daß es einzig und allein von lebenden Wesen, und zwar von grünen Pflanzenzellen, erzeugt wird. Aber selbst wenn die lebensfähige Substanz gegeben wäre, so haben doch alle neueren Untersuchungen übereinstimmend die überraschende Thatsache erwiesen, daß der Natur die Kraft mangelt, ungeformten Lebensstoff von selbst zu organisiren und zu gestalten. Während neue Krystalle sich jeden Augenblick aus der Mutterlauge ausscheiden können, entsteht eine lebende Zelle niemals von selbst, sie geht immer nur als eine Tochterzelle aus einer schon früher vorhandenen Mutterzelle hervor. Selbst die Zellkerne entstehen immer nur durch Theilung von alten; ja sogar die Fadenstücke, welche das feste Gerüst der Zellkerne darstellen, müssen sich bei der Kerntheilung spalten, da sie sich nicht von selbst bilden können; ebenso entstehen niemals neue Chlorophyllkörperchen; sie vermehren sich nur durch Theilung der alten. Um so weniger ist anzunehmen, daß selbstständige Organismen, wie es bei aller Einfachheit im Bau doch auch die Bakterien sind, jemals von selbst durch Urzeugung sich hätten gestalten können.

Wenn wir so zu der Ueberzeugung gedrängt werden, daß die

Erde niemals die Fähigkeit besessen hat, lebende Wesen aus Unlebendigem, Organismen aus unorganisirtem Stoffe zu erzeugen, so bleibt nur die Annahme übrig, daß das Leben überhaupt nicht auf der Erde entstanden, sondern daß es von außen her auf dieselbe übertragen worden ist. Lord Kelwyn hat schon vor längerer Zeit die Vermuthung ausgesprochen, daß einer jener Meteorsteine, welche täglich, bald in kleinerer, bald in größerer Zahl, zu gewissen Zeiten in dichtem Steinregen vom Himmel niederfallen, und in denen die Wissenschaft die Bruchstücke von Planetoiden und Kometen erkennt, an seiner Außenfläche lebens- und entwickelungsfähige Keime geborgen, und dadurch das erste Leben aus einem anderen Weltkörper auf die Erde getragen habe. Denn wenn auch in der Regel die Meteoriten durch den Widerstand unserer Lufthülle in ihrer rasenden Geschwindigkeit gehemmt und dadurch bis zum Glühen erhitzt werden, so ist doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß kleine Bruchstücke — und es giebt deren thatsächlich bis zur Staubkörnchengröße — ihren Flug durch die Atmosphäre nur ganz allmählich verlangsamt und daher sich nur mäßig erwärmt haben mögen, so daß die von ihnen mitgeführten Lebenskeime nicht vernichtet wurden

Das Mikroskop belehrt uns, daß an allen irdischen Gesteinen ein zarter Anflug von Algen und von Pilzen haftet: grüne Protokokkuskugeln, bläuliche Fäden von Kyanophyceen, grüne oder rothe Konfervenbüschel (Chroolepus); diese verbinden sich bald mit den Pilzen zu der Lebensgemeinschaft krustiger und laubiger Steinflechten; auch Keime von Bakterien fehlen nie. Denken wir uns die außerirdischen Steine ebenso belebt, so würde ein einziger Meteorstein, dessen mikroskopische Bewohner die Reise durch den Weltraum und die noch gefährlichere durch unsere Atmosphäre unbeschädigt überstanden, genügt haben, um der noch unbelebten Erde jene Urpflanzen zuzuführen, durch deren Arbeit im Lichte der Sonne die todten Verwitterungsprodukte der Erdrinde in lebensfähigen Bildungsstoff umgewandelt wurden, und aus denen in unendlicher

Vermehrung und stufenweise aufwärtssteigender Fortentwickelung und Vervollkommnung die gesammte Lebewelt hervorgegangen sein mag. Mit den Bakterien aber wären der Erde auch die Kräfte zugeführt worden, welche die dem Tode verfallenen Leiber der Ahnen in ewigem Kreislauf für das Leben der Nachkommen vorbereitet und dadurch die unbegrenzte Fortdauer der lebendigen Schöpfung auf der Erde möglich gemacht haben.





Erläuterungen.

[1]) (S. 446.) Bacterium vom griechischen βακτήριον, Stäbchen.

[2]) (S. 447.) Die Substanz der Bakterien hat mit den Zellkernen die Fähigkeit gemein, durch Farbstoffe sehr stark gefärbt zu werden; deshalb werden mikroskopische Präparate, in denen man die Bakterien deutlich sichtbar machen will vorher in Pigmentlösungen (Fuchsin, Methylviolett, Gentianaviolett, Bismarckbraun u. a.) gelegt; alsdann treten außer den Zellkernen auch die Bakterien durch ihre lebhafte Färbung hervor. Bütschli nimmt deshalb an, der ganze Zellenleib (Centralkörper) der Bakterien sei ein großer Zellkern, der nur von einer ganz dünnen Protoplasmaschicht umhüllt sei. Nach Anderen (z. B. Alfred Fischer) dagegen enthalten die Bakterien nur Protoplasma, aber keinen Zellkern.

[3]) (S. 447.) Vergleiche die Abbildungen einiger charakteristischen Bakterien nach Photographien von Robert Koch in der Kopfleiste S. 445.

[4]) (S. 452.) Durch besonders reichliche Gallertbildung zeichnen sich die von J. Schroeter beschriebenen Kellerbakterien aus, welche die Wände feuchter Keller mit dickem Schleim überziehen; es finden sich unter ihnen Mikrokokken, Bacillen und Spirillen. Aehnliche Bakteriengallert bekleidet oft die Wände der Schächte und Stollen in den Bergwerken und die Eisenbahntunnel; sie ist oft von Pilzmycelien durchwuchert, die in dieser natürlichen Gallertkultur vegetiren; solche von Pilzen durchzogene Gallert wurde von Roemer als Erebonema hercynicum beschrieben. Vergl. auch weiter unten über Leuconostoc S. 482.

[5]) (S. 453.) Ueber die Wiederbelebungsfähigkeit ausgetrockneter Räderthiere und eingekapselter Infusorien vgl. S. 434. Viele, mikroskopischen Milben ähnliche Bärenthierchen (Tardigraden) leben in feuchtem Moos, besonders auf alten Dächern; sie können lange Zeit vollständig austrocknen und werden durch Befeuchten wieder lebendig; eine Art hat wegen ihrer „Kunst, das Leben zu verlängern", den Namen Macrobiotus Hufelandi erhalten. Das Weizenälchen, Anguillula (Tylenchus) tritici, erzeugt in den Weizenähren Gallen, die den Samen der Kornrade (Agrostemma Githago) etwas ähnlich sind; in der schwärzlichen Schale sind

aalähnliche Würmchen eingeschlossen, zu dichten Haufen verfilzt; beim Austrocknen verfallen sie in Trockenstarre, werden gleichwohl aber, auch wenn sie Monate lang in Scheintod verharrt hatten, durch Befeuchten wieder lebendig. Aehnlich verhält sich das im Kleister lebende Kleisterälchen (Anguillula glutinis). Unter den Pflanzen zeichnen sich die auf Steinen, Baumrinden, Bretterzäunen und dergl. vegetirenden Moose und Flechten dadurch aus, daß sie oft Monate lang während des Sommers völlig verdorrt sind, durch den ersten Regen aber wieder belebt werden und das unterbrochene Wachsthum fortsetzen. Auf den sonnenverbrannten, nackten Felsen der Anden, von Mexiko bis Chile, wächst eine moosähnliche Selaginelle mit strahlig über der Wurzel ausgespreizter, dem Fels dicht angedrückter, schuppig beblätterter Verzweigung (Selaginella lepidophylla), welche in der heißen Jahreszeit in eine kugelige, braune, anscheinend todte Rosette ausdörrt; in der Regenzeit breiten die Zweige sich wieder flach aus, werden freudig grün, entwickeln im Boden neue Wurzeln und wachsen kräftig weiter; sie heißt deshalb mit Recht „Auferstehungspflanze". Dagegen führt diesen Namen mit Unrecht die sogenannte „Rose von Jericho" (Anastatica hierochuntina), da diese nach dem Absterben sich zwar ebenfalls zu einer trockenen Rosette einrollt und im Wasser die Zweige wieder flach ausbreitet, aber nicht wieder lebendig wird. Vgl. Bd. II, S. 205, u. Erläut. S. 226.

[6]) (S. 454.) Vergl. Erläut. 19, Bd. I, S. 71. Wir bezeichnen die Bewegungen der Bakterien, so weit ihre Richtung durch chemische Stoffe bestimmt wird, als chemotaktische.

[7]) (S. 455.) Vergl. Alfred Fischer, Untersuchungen über Bakterien. Pringsheim's Jahrbücher XXVII, 1895.

[8]) (S. 456.) Vergl. die Vorlesung „Licht und Leben", Bd. I, S. 283, Erl. 21, S. 306.

[9]) (S. 457.) Gewöhnlich wird zu den Bakterien eine Anzahl mikroskopischer Pflanzen (Mikrophyten) gerechnet, die grün sind, Chlorophyll besitzen und deshalb auch gleich anderen grünen Pflanzen Kohlensäure assimiliren können. Ich ziehe es vor, die grünen von den echten, nicht assimilirenden Bakterien zu trennen und mit den Algen zu vereinigen.

[10]) (S. 458.) Vergl. die Vorlesung „Lebensfragen", Bd. I, S. 44.

[11]) (S. 465.) B. Renault, Recherches sur les Bactériacées fossiles. Annales des sciences naturelles. Bot. sér. VIII, II, 1896.

[12]) (S. 466.) Leeuwenhoek, Contemplationes et Experimenta p. 7 in Arcana naturae detecta, Leiden 1722.

[13]) (S. 466.) Der Hefepilz der Bierwürze (Sacharomyces Cerevisiae) ist der nämliche, welcher bei der Herstellung des Spiritus aus Kartoffeln oder Getreide thätig ist, und der auch die Gährung des Brodteigs und anderer Backwaaren ausführt; dieser Pilz wird nur in der Kultur, niemals in wildem Zustande angetroffen und muß deshalb immer künstlich gezüchtet und absichtlich zugesetzt

werden, wenn man seine Gährwirkungen verwerthen will; er ist durch die Kultur in eine große Zahl Rassen ausgebildet worden; fast jede Biersorte wird von einer eigenen Heferasse vergohren, deren Wirksamkeit durch rationelle Reinzüchtung wesentlich befördert wird. Der Pilz der Weinhefe (Sacharomyces ellipticus) und die Spitzhefe des Obstweines (S. apiculatus) (Abb. Bd. I, S. 222) sind dagegen bei uns einheimisch; ihr natürlicher Aufenthalt scheint der Erdboden zu sein, aus dem ihre Keime beim Austrocknen in die Luft geweht werden. Mit dem Staube lagern sich dann die Keime des Weinhefepilzes auf die Stiele und Schalen der Weintrauben und gerathen so in den ausgepreßten Traubensaft, der unter ihrer Erregung sich in Most und Wein umwandelt (vergl. Weinstock und Wein, Bd. II, S. 126). In ähnlicher Weise gelangen auch die Keime der Spitzhefe in den Obstsaft, der durch ihre Entwickelung in Selbstgährung geräth und in ein alkoholreiches Getränk umgebildet wird. Auch von dem Weinhefepilz giebt es zahlreiche Rassen; fast jede Weinsorte hat ihre eigene Heferasse; die aus ihrer Reinzüchtung gewonnene Reinhefe wird jetzt mit Erfolg zur Weinverbesserung dem Most zugesetzt.

[14]) (S. 468.) Die Form, welche die Bakterienkolonien in der Nährgelatine annehmen, ist je nach der Art sehr verschieden, kugelig, linsenförmig, sackartig, strahlig verzweigt u. s. w.; sie giebt oft Merkmale, durch die wir einzelne Arten schon mit bloßen Augen unterscheiden können. Manche Bakterien verflüssigen die Gelatine, andere nicht. Statt der animalischen Gelatine, die bei höherer Temperatur von selbst flüssig wird, verwendet man zur Züchtung der Bakterien häufig auch Pflanzengelatine oder Agar, welches aus indischen Florideen dargestellt wird und beim Kochen mit Wasser sich zu einem Schleim auflöst, der in der Kälte erstarrt (vergl. S. 384 und Erl. 20, S. 390).

[15]) (S. 469.) Pasteur hat 1861 zuerst nachgewiesen, daß gewisse Bakterien, die er damals noch zu den Infusionsthierchen rechnete, ohne freien Sauerstoff leben. Wenn viele Arten sowohl mit, als ohne Sauerstoff zu vegetiren vermögen, so bezeichnet man sie als fakultative Anaërobe. — Die Eintheilung der Fermente in oxydirende und reduzirende ist zuerst 1858 von Moritz Traube (Theorie der Fermentwirkungen) aufgestellt worden.

[16]) (S. 470.) Winogradsky hat 1887 unter der Bezeichnung Schwefelbakterien die Beggiatoen studirt, welche, abgesehen von ihrer weißen, unter dem Mikroskop schwarz punktirten Färbung, den blaugrünen Oscillarien gleichen; er hat durch eine Reihe eleganter Experimente nachgewiesen, daß die Beggiatoen bei freiem Sauerstoffzutritt den Schwefelwasserstoff, der nach seiner Meinung für sie ein nothwendiges Lebenselement ist, aber nicht von ihnen erzeugt wird, zu Schwefelsäure oxydiren und Schwefeltröpfchen in ihren Fäden ausscheiden. Dem gegenüber muß ich an der von mir seit 1865 ausgesprochenen Ansicht festhalten, daß die Beggiatoen bei Mangel des freien Sauerstoffs in anaërober Vegetation zur Gewinnung des für ihre Athmung erforderlichen Sauerstoffs

schwefelsaure Salze (Gips, Natriumsulfat) zu Schwefelwasserstoff und dann weiter im Innern ihrer Zellen zu regulinischem Schwefel reduciren, wie dies von den Bakterien der faulen Eier, der verdorbenen Konserven und Mineralwässer feststeht. In den Thermen, wo Beggiatoen den „Badeschleim" bilden, ist nach allen Analysen freier Sauerstoff nicht vorhanden. Die Fähigkeit, aus Sulfaten den Schwefel abzuscheiden, kommt auch den grünen Pflanzen zu, welche in ihre Nährlösung Sulfate aufnehmen und daraus den Schwefel zur Bildung ihres Protoplasma reduciren. Ueber die „Schwefelbakterien" des todten Grundes im Kieler Hafen vergleiche Engler, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1883.

[17]) (S. 471.) Ehrenberg hat schon 1838 den Satz ausgesprochen, daß alles Eisen von lebenden Wesen (Infusorien, Gallionella ferruginea) ausgeschieden werde: „Omne ferrum e vivo." Ich habe 1851 gezeigt, daß der braune Schleim, der in faulendem Wasser schwimmt, von den verzweigten Stielen einer Flagellate (Anthophysa Mülleri) herrührt und seine Farbe dem ausgeschiedenen Eisen verdankt; später, seit 1870, habe ich das Nämliche von anderen Mikrophyten nachgewiesen. Die Bezeichnung „Eisenbakterien" rührt von Winogradsky 1888 her; vergl. auch Migula über Gallionella ferruginea, Centrbl. für Bakt. 1897.

[18]) (S. 471.) Nachdem schon seit 1884 Schlösing und Müntz nachgewiesen hatten, daß im Erdboden die Umwandlung des Ammoniak in Salpetersäure durch Bakterien bewirkt werde, ist die Geschichte der Nitrobakterien (Stickstoffbakterien Migula) durch Winogradsky seit 1890 klar gestellt worden; seine Untersuchungen haben uns gelehrt, daß gewisse Bakterien salpetrige Säure (Nitrite), andere Salpetersäure (Nitrate) bilden, wieder andere die Salpetersäure reduciren.

[19]) (S. 471.) Die Bakterien der Essigsäure wurden von Kützing 1837 entdeckt und als eine Pilzalge (Mycophycee) unter dem Namen Ulvina aceti beschrieben; die neueste Untersuchung von Emil Hansen (Meddel. Labor. Carlsberg T. II 1894) unterscheidet mehrere Arten von Essigbakterien (Bacterium Pasteurianum, Kützingianum, aceti). Biologische Forschungen und praktisch werthvolle Schlußfolgerungen aus diesen verdanken wir Pasteur seit 1862, zusammengefaßt in dem Buche sur le vinaigre, Paris 1868.

[20]) (S. 472.) Pasteur hat zuerst 1861 nachgewiesen, daß das Sauerwerden der Milch von Mikrophyten bewirkt wird, die er damals für eine Hefe (levure) hielt; man kennt jetzt mehrere Arten von Bakterien, welche Milchsäuregährung bewirken.

[21]) (S. 473.) Auch für die Buttersäuregährung hat Pasteur 1861 zuerst nachgewiesen, daß sie durch Mikrophyten hervorgerufen wird, die er selbst damals als animalcules infusoires bezeichnete, und daß diese ohne Sauerstoff leben, sogar durch freien Sauerstoff getödtet werden (vergl. Erl. 15). Jetzt kennen wir eine größere Zahl von Buttersäurebakterien, deren chemische Thätigkeiten durch Fitz, Nencky, Hüppe und Andere erforscht worden sind.

[22]) (S. 474.) Auch unter den Pilzen sind viele Arten bekannt, deren Mycel leuchtet. Auf den Holzgerüsten der Bergwerke kriechen die schwarzen, wurzelähnlichen, verzweigten Mycelstränge des Hallimaschpilzes, (S. 538), die sogenannten Rhizomorphen; ihre weißen Spitzen phosphoresziren in der tiefen Finsterniß mit bläulichweißem Lichte. Auch das Mycel von Löcherschwämmen, welches weißfaule Holzstämme, die im Walde modern, durchwuchert, entwickelt so lebhaften Lichtglanz, daß man bei seinem Scheine lesen könnte.

[23]) (S. 475.) Die Entwickelung der Heubacillen ist von mir 1874 studirt, und die bis dahin unerklärliche, als Urzeugung gedeutete Entstehung von Bakterien in gekochtem Heuinfus auf das Verhalten der Sporen zurückgeführt worden.

[24]) (S. 476.) Plinius nat. hist. XVIII. 67. (Foenum) sectum verti ad solem, nec nisi siccum, construi oportet; nisi fuerit hoc observatum diligenter, exhalare matutino nebulam quandam, metasque mox sole accendi et conflagrare certum est.

[25]) (S. 476.) Vergl. meinen Aufsatz über „thermogene Bakterien", Berichte der Deutsch. Bot. Ges., 1893.

[26]) (S. 479.) F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen I, 2. 208. 1872.

[27]) (S. 482.) Die Bakterien und Hefepilze des Kefir sind 1882 durch Ed. Kern (Moskau) beschrieben worden; guter Kefir enthält 0,5 % Alkohol, 0,6 % Milchsäure. Viel reicher an Milchsäure ist der Kumyß der Kirgisen, der aus Stutenmilch durch Zusatz der alten, mit Hefepilzen, langen, sporentragenden Bacillen und Milchsäurebakterien erfüllten Flüssigkeit dargestellt wird.

[28]) (S. 482.) Vergl. van Tieghem, Sur la gomme de la sucrerie. Ann. scienc. nat. Bot. 6. sér. VII. 1878. Fünfzig Hektoliter Melasse wurden innerhalb zwölf Stunden durch Leuconostoc in Froschlaichgallerte umgewandelt.

[29]) (S. 482.) Das Rösten des Flachs und anderer Gewebspflanzen beruht darauf, daß der Kitt, welcher in den Stengeln die Bastfasern zu Bündeln vereinigt, die sogenannte Mittellamelle oder Intercellularsubstanz, beim Maceriren durch eine von Bakterien erregte Gährung aufgelöst wird. Van Tieghem hatte 1879 diese Art als Bacillus Amylobacter bezeichnet und ihr die Fähigkeit, den Zellstoff (Cellulose) aufzulösen, zugeschrieben, der indeß beim Rösten nicht angegriffen wird.

[30]) (S. 483.) Wortmann hat neuerdings nachgewiesen, daß selbst in den klarsten, glanzhellen Flaschenweinen noch Keime von Hefe- und Spaltpilzen enthalten sind, welche die Entwickelung des Weines bei der Nachgährung hervorrufen (Landwirthschaftl. Jahrbücher, 1897). Wortmann selbst scheint allerdings das Ausbauen der Weine in den Flaschen und die Entwickelung des Bouquets den Sproßpilzen zuzuschreiben.

[31]) (S. 484.) Milchsäurebakterien sind neben anderen Spalt- und Hefepilzen auch bei der Bereitung des Sauerkrauts, der sauren Gurken, des Sauerchen, der sauren Käse und des Sauerteigs thätig; auch die säuerlichen Biere

erhalten ihren Geschmack durch Milchsäurebakterien, die gleichzeitig mit den Hefepilzen in der Bierwürze arbeiten.

[32]) (S. 484.) Daß das Reifen der Schweizer Käse durch die Labbacillen bewirkt wird, feine, lange bewegliche Stäbchen, welche später Sporen erzeugen, habe ich 1876 zuerst nachgewiesen. Die Spezialuntersuchungen von Adometz 1889, Baumann 1893 und Anderen haben die Thätigkeit verschiedener Bakterienarten bei der Käsebereitung angezeigt.

[33]) (S. 484.) Die auf dem Koth der Pflanzenfresser sich entwickelnden Pilze gehören den verschiedensten Familien an, von den einfachsten Schimmelpilzen (Pilobolus) bis zu den zierlichsten Scheiben-, Kern- und Hutpilzen (Ascobolus, Sordaria, Coprinus); sie werden als koprophile Pilze bezeichnet.

[34]) (S. 485.) Die Rolle der Bakterien bei der Zubereitung des Stalldüngers ist durch die französischen Agrikulturchemiker, insbesondere durch Schlösing, in Deutschland besonders durch Stutzer studirt worden. Ueber die Erzeugung der salpetersauren Salze (Nitrate) aus Ammoniakverbindungen vergl. Erl. 14.

[35]) (S. 485.) Plin. hist. nat. XVIII. 30, 36, 37.

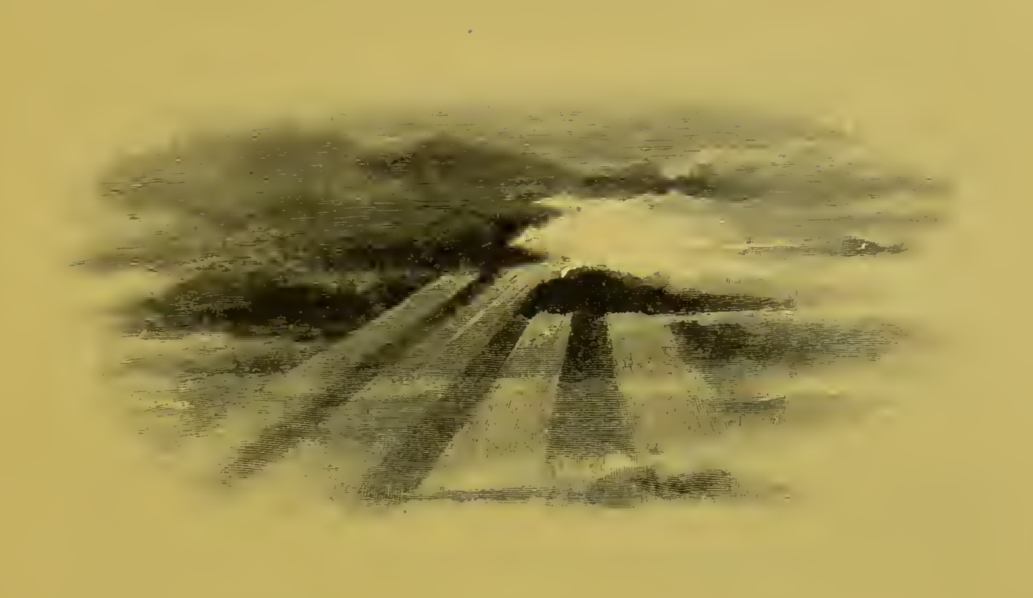
[36]) (S. 487.) Daß gewisse Bodenbakterien im Stande sind, freien Stickstoff zu binden, ist zuerst von Berthelot, dem berühmten Pariser Chemiker und im Jahre 1895 Minister der auswärtigen Angelegenheiten, aus einer Reihe von Versuchen geschlossen und von Winogradsky 1890/91 eingehend bestätigt worden. Die Erfolge der Düngung mit dem von Nobbe 1895 eingeführten Nitragin, das heißt mit den Reinkulturen von Wurzelbakterien, sind bis jetzt noch zweifelhaft.

[37]) (S. 488.) So mannigfaltig auch die Arbeitsleistungen der Bakterien sind, so zeigen sie doch nichts, was nicht auch bei anderen Pflanzen beobachtet wird. Fast alle Gährungsprodukte der Bakterien werden auch durch den Stoffwechsel von anderen Pflanzenzellen bereitet; Essigsäure, Buttersäure, Salpetersäure finden sich in zahlreichen Pflanzensäften; ebenso Ammoniak; Trimethylinn wird von Brandpilzen und von einer kleinen Gänsefußart (Chenopodium Vulvaria) erzeugt, die verschiedenartigsten Fermente, Farbstoffe, ätherischen Oele, die mörderischsten Gifte werden in Blüthen und Früchten, selbst in Wurzeln und Blättern gebildet, Leuchtstoffe von Pilzen, hohe Athmungswärme von den Blüthenkolben der Araceen entwickelt u. s. f. Vermögen doch sogar die saftigen Gewebe süßer Früchte, wie Pasteur zuerst nachwies, ihren Zucker eben so gut wie die Hefepilze durch „intramolekulare" Athmung in Alkohol und Kohlensäure zu spalten, wenn sie sich in sauerstofffreier Atmosphäre befinden.

Eine kritische Bearbeitung der biologischen und morphologischen Verhältnisse der Bakterien mit besonderer Berücksichtigung ihrer Arbeitsleistungen und der überaus reichhaltigen Litteratur giebt der so eben erschienene erste Band von Migula, System der Bakterien, Handbuch der Bakteriologie, Jena 1897, Gustav Fischer. Vergleiche auch die gleichzeitig im selben Verlag erschienenen „Vorlesungen über Bakterien" von Alfred Fischer.


Unsichtbare
Feinde.





Unsichtbare Feinde.

I.

Die Gesammtheit aller lebenden Wesen auf der Erde ist einem vergänglichen Hauch vergleichbar, der auf der Oberfläche einer riesigen Steinkugel haftet; denn daß der glühende Metallkern unseres Erdkörpers bis auf eine dünne Rindenschicht dem Leben vollkommen unzugänglich sei, ist nach Allem, was wir über seine Beschaffenheit wissen, nicht zu bezweifeln; aber nicht minder scheint dem Leben der grenzenlose Luftraum verschlossen, auf dessen Boden die Welt der Menschen, der Thiere und Pflanzen sich ausbreitet. Ihm gebührt mit noch weit größerem Rechte als dem Ocean der homerische Beiname „eines verödeten Meeres“; denn selbst das Gevögel, das unter der Feste des Himmels fliegt, taucht nur flüchtig in seine leichtbewegte Fluth, um bald wieder auf den festen Grund hinabzusinken, der seine wahre Heimath ist.

Undurchdringlich der wissenschaftlichen Beobachtung, eignet sich die Welt der Wolken und Winde um so besser zum Tummelplatze der Phantasie, die den leeren Raum mit den Luftgestalten religiöser und naturphilosophischer Traumgebilde bevölkert.

Der Erste, der das Senkblei der Wissenschaft in die Tiefen des Luftmeeres auswarf und Spuren von einer in demselben getragenen Lebenswelt hervorholte, war Antony van Leeuwenhoek.

Wir haben bereits geschildert, wie dieser mit ungewöhnlichem Scharfblick begabte Forscher im September 1675 mit Hilfe seines Mikroskopes im Regenwasser, welches einige Tage in einer Tonne gestanden, eine große Menge lebender Thierchen in verschiedenen Arten und Gestalten entdeckte, von deren Existenz die Menschen bis dahin keine Ahnung hatten. Wurde Regenwasser über gestoßenen Pfeffer oder andere Pflanzenstoffe gegossen, so vermehrten sich die Thierchen rasch ins Unzählbare.[1])

Leeuwenhoek stellte sich sofort die Frage: Woher stammen diese Geschöpfe? Seine Antwort lautete: „Sie sind nicht von selbst entstanden; denn weder lebende Thiere noch Pflanzen können von selbst oder aus Fäulniß und Verwesung hervorgehen;[2]) sie haben sich aus Keimen entwickelt, die aus der Luft herabgefallen sind; wenn in Aufgüssen von Pflanzenstoffen sich diese Thierchen besonders zahlreich entwickeln, so liegt der Grund in der reichlicheren Ernährung, welche ihre Vermehrung begünstigt."

Anaxagoras, der Freund des Perikles, hatte schon zweitausend Jahre früher behauptet, die Luft enthalte Samen von Allem, und wenn diese sich ins Wasser senken, so entständen die Pflanzen.[3])

Aber war denn von Leeuwenhoek wirklich der Beweis geführt, daß die Aufgußthierchen aus der Luft stammen? In Wahrheit war die Frage von der Herkunft dieser und der übrigen mikroskopischen Thiere und Pflanzen bis in die neueste Zeit eine offene geblieben; sie ist in den letzten Jahrzehnten zur brennenden geworden, seit die Aufmerksamkeit der Forscher auf jene kleinsten aller lebenden

Wesen, auf die Bakterien, sich gerichtet und ihre furchtbare Macht entdeckt hat.

Nach der alten persischen Mythe schuf der Gott des Lichts die Welt des Lebens, die Menschen, Thiere und Pflanzen, damit sie im Angesicht der Sonne sich ihres Daseins freuen; aber der böse Feind, der Gott der Finsterniß, erschuf seine Dämonen, welche unablässig bestrebt sind, Alles, was da lebt, zu bekämpfen und zu vernichten.

In gleichem Sinne lehrte der Alexandrinische Kirchenschriftsteller Origenes, daß die von Satan verführten, gefallenen Engel ihre giftigen Lieblingspflanzen haben und Pest und Seuchen unter die Menschen senden, während die unter die Erde gebannten Dämonen mit ihren feurigen Thränen die heißen Quellen speisen. [4])

Seit einer Reihe von Jahren haben wir diese unsichtbaren Verderber genauer kennen gelernt; sie bilden das Reich der Pilze; die gefährlichsten unter ihnen jene Kügelchen, Stäbchen, Fäden, Schrauben der Bakterien, die mit solch unglaublicher Geschwindigkeit sich vermehren, daß, wenn sie allein auf der Welt vorhanden wären, sie in kurzer Zeit den ganzen Weltraum ausfüllen könnten. In der vorigen Vorlesung haben wir das alltägliche Treiben der Bakterien geschildert, wie sie die nach dem Tode ihnen anheimfallenden Leiber der Thiere und Pflanzen durch Verwesung zerstören, die Speisen durch Fäulniß verderben, die Milch, das Bier und den Wein sauer machen, das Trinkwasser verunreinigen, aber auch mannigfaltige nützliche Arbeit im Dienst der Gewerbe verrichten. Jetzt wollen wir sie beobachten, wenn sie, auf dem Kriegspfade begriffen, in die Körper lebender Menschen und Thiere einzudringen suchen, den Kampf mit dem Leben beginnen, das seine Fortdauer zu vertheidigen sucht. Nur zu oft tragen sie den Sieg davon; sie vergiften den Kuß der Liebe; nichts ahnend überträgt in zärtlicher Umarmung das Kind den Todeskeim auf die Mutter; eine kleine Wunde, die eine Nadel geritzt, ist für sie das Thor,

durch welches sie vergiftend in die Bahn des Blutes gelangen, und wenn gewisse Bedingungen ihre grenzenlose Vermehrung begünstigen, dann fliegen sie wie die apokalyptischen Reiter von Land zu Land, Pest, Hungersnoth, Thier- und Völkersterben in ihrem Gefolge. Mit prophetischem Geist hat sie der Dichter geschildert:

„Die wohlbekannte Schaar,
Die strömend sich im Dunstkreis überbreitet,
Dem Menschen tausendfältige Gefahr
Von allen Seiten her bereitet.
Von Norden bringt der scharfe Geisterzahn
Auf dich herbei mit pfeilgespitzten Zungen;
Von Morgen ziehn vertrocknend sie heran
Und nähren sich von deinen Lungen;
Wenn sie der Mittag aus der Wüste schickt,
Die Gluth auf Gluth auf deinen Scheitel häufen,
So bringt der West den Schwarm, der dich erquickt,
Um dich und Feld und Aue zu ersäufen."

Wenn alle diese unheimlichen Dämonen aus der Luft sich auf die Erde niedersenken, dann müßten wir annehmen, daß Menschen, Thiere und Pflanzen überall von unsichtbaren Feinden umgeben sind, welche in finsterer Wolke alles Lebende bedrohen.

II.

Allerdings wissen wir, daß die Luft von außerordentlich kleinen Körperchen erfüllt ist, die bei gewöhnlichem Tages- und Kerzenlicht unsichtbar sind, die aber, gleich einer Milchstraße von unzähligen schimmernden Lichtpünktchen, sofort erkennbar werden, wenn wir in das dunkle Zimmer einen Sonnenstrahl eintreten lassen.

Könnten wir diese Sonnenstäubchen direkt unter das Mikroskop bringen, so würden wir über ihre Natur am leichtesten Aufschluß erhalten; indeß wenn wir das Mikroskop auf einen Sonnenstrahl einstellen, so erblicken wir nichts; die wirbelnde Bewegung der Stäubchen macht die mikroskopische Beobachtung unmöglich.

Es war daher gewissermaßen das Ei des Columbus, als Ehrenberg ein einfaches Mittel an die Hand gab, um über die in der Luft schwebenden Sonnenstäubchen Kunde zu erlangen.

Bekanntlich lagert sich auf allen Gegenständen nach kurzer Zeit Staub ab; unsere Hausfrauen müssen sich täglich damit abmühen, diesen Staub vom Hausrathe fern zu halten, in dessen Vertiefungen er sich nur zu hartnäckig festsetzt; selbst in die fest verschlossenen Schränke weiß der Staub sich einzunisten; nach ein paar Stunden bildet er einen zarten, abfärbenden Hauch, nach einigen Tagen eine graue Schicht, und nach Jahr und Tag hat er, sich selbst überlassen, zu einer meßbar dicken Ablagerung sich aufgeschichtet. Offenbar in derselben Weise, wie die im Wasser schwebenden feinen Thonflöckchen sich allmählich niederschlagen und den Bodenschlamm bilden, so hat sich auch aus der Luft der Staub abgesetzt.

Indem Ehrenberg in den Jahren 1848 bis 1858 mit seinem Mikroskop den Staub durchforschte, der in den Wohnungen, in Thürmen, Bibliotheken, Hospitälern der verschiedensten Orte, aber in ganz ähnlicher Weise auch auf den vergletscherten Hochgipfeln der Alpen, des Altai und des Himalaya sich abgelagert hatte, versuchte er ein Bild zusammenzustellen von der Beschaffenheit und Abstammung der Körperchen, die wir Sonnenstäubchen nennen, so lange sie in der Luft schweben, aber Staub, sobald sie sich auf die Erde herabgesenkt haben — dem Gesetze der Schwere folgend, welchem die Sonnenstäubchen in gleicher Weise wie die Weltkörper gehorchen.

Der Versuch, durch Untersuchung des Staubes Kunde über die in der Luft herumschwimmenden Körperchen zu gewinnen, leidet an einem Mangel. Unzweifelhaft ist Alles, was in dem Staube sich findet, aus der Luft niedergefallen; allein wir haben keine Gewähr, daß Alles, was in der Luft schwebt, sich auch im Staube wiederfinden muß. Beobachten wir, wie in den Hochgebirgen die durch Wolkenbrüche angeschwollenen Wildbäche mächtige Felsblöcke fortschleppen, wie sie, ins Thal getreten, nur faustgroße Kiesel als Ge-

rölle mit sich führen, wie dann die Flüsse mit trägerer Strömung nur Sand anschwemmen, endlich in der Nähe des Meeres aufgestaut, nur die feinsten Schlammtheilchen absetzen, so können wir nicht bezweifeln, daß auch die von den Luftströmen fortgeführten Körperchen ähnliche Schichtung erleiden; die größten und schwersten Theilchen werden sich am frühesten als Staub absetzen, während die feinsten und leichtesten am längsten schwebend erhalten bleiben und von jedem neuen Luftstrome wieder in die Höhe gewirbelt werden. Es ist daher zu vermuthen, daß die in der Luft schwimmenden Sonnenstäubchen eine andere Zusammensetzung haben, als der Staub, welcher durch den gröbsten und schwersten Absatz gebildet wird.

III.

Nunmehr drängt sich uns die Aufgabe auf, eine Methode zu finden, um die Sonnenstäubchen zur unmittelbaren Anschauung zu bringen.

Hierzu verhalf eine von uns schon (S. 460) erwähnte, 1857 von zwei Heidelberger Professoren, Schröder und Dusch, gemachte Beobachtung. Wenn unreines Wasser durch ein Papierfilter fließt, so werden die im Wasser schwimmenden feinen Schlammtheilchen zwischen den Fasern des Filters abgeseiht, und das Wasser läuft ganz rein und klar hindurch. In derselben Weise läßt sich auch die Luft filtriren und zwar durch Watte aus gewöhnlicher lockerer Baumwolle; wenn Luft durch ein mit einem Wattepfropf verstopftes Glasrohr getrieben wird, so bleiben alle Staubtheilchen zwischen den Baumwollenfasern hängen, und nur die klar filtrirte Luft geht hindurch.

Daß in der That durch die Baumwolle die Luft von allen in ihr schwebenden Körperchen gereinigt wird, wurde im Jahre 1868 von dem englischen Physiker Tyndall durch ein einfaches Experiment zur Anschauung gebracht. Wir haben bereits bemerkt, daß die Bahn des Sonnenstrahls nur durch die Sonnenstäubchen zur sinnlichen

Wahrnehmung gelangt; denn das Licht, welches alle Dinge sichtbar macht, ist an sich unsichtbar; wir wissen, daß das Licht

„Verhaftet an den Körpern klebt;
Von Körpern strömt's, die Körper macht es schön,
Ein Körper hemmt's in seinem Gange."

Eben so gut wie die Sonne, macht auch das elektrische Bogenlicht die Stäubchen in der Luft sichtbar; umgekehrt ist der elektrische Lichtstrahl nur dann sichtbar, wenn er auf seinem Wege Stäubchen findet, die er beleuchten kann. Als nun Tyndall einen elektrischen Lichtstrahl durch eine Glasröhre leitete, in der die Luft vorher durch ein Wattefilter gereinigt war, stellte sich sofort heraus, daß — während der Strahl in ungereinigter Luft deutlich sichtbar war — er in der durch Baumwolle filtrirten Luft dunkel blieb. So wurde unmittelbar für das Auge festgestellt, daß in der durch Baumwolle gereinigten Luft keine Stäubchen mehr vorhanden sind, daß filtrirte Luft optisch rein geworden ist.

Diese Methode benutzte Pasteur, um die Sonnenstäubchen selbst zu sammeln. Selbstverständlich, wenn die filtrirte Luft hinter der Baumwolle keine Stäubchen mehr enthält, müssen sie in der Baumwolle zu finden sein. Für diesen Versuch verwendete Pasteur jedoch nicht gewöhnliche Baumwolle, weil sich aus dieser die angesammelten Stäubchen schwer abtrennen lassen; er benutzte Schießbaumwolle, welche sich im mechanischen Verhalten, im optischen Aussehen von gewöhnlicher Watte nicht im mindesten unterscheidet. Selbst unter dem Mikroskop sieht Schießbaumwolle genau so aus wie andere Baumwolle; aber während diese in Aether unlöslich ist, löst sich Schießbaumwolle leicht in Aether auf und bildet darin eine schleimige Flüssigkeit, das bekannte Kollodium.

Pasteur verstopfte 1860 eine Glasröhre mit Schießbaumwolle und saugte dann mittelst eines Saugapparats, eines sogenannten Aspirators, Luft hindurch; nachdem diese ihre Staubtheilchen in der Schießbaumwolle abgesetzt hatte, wurde letztere herausgenommen

und in Aether aufgelöst; allmählich setzten sich die aus der Luft abfiltrirten Staubtheilchen, die in Aether unlöslich sind, in der Kollodiumflüssigkeit als Niederschlag ab und konnten nun zur mikroskopischen Untersuchung gebracht werden.

Einen anderen Weg schlug der Physiologe von Rouen, Pouchet, 1860 ein. Das von ihm erfundene Instrument, welches den Namen Aëroskop führt, besteht im Wesentlichen aus einem Trichter mit weiter Oeffnung und fein ausgezogener Spitze; vor dieser letzteren wird eine Glasplatte befestigt, auf welcher ein Glycerintropfen ausgebreitet ist. Wird nun mit Hilfe einer Pumpe Luft durch den Trichter getrieben, so entweicht sie durch die feine Spitze und breitet sich über der Glasplatte aus; die in der Luft schwebenden Stäubchen bleiben auf dem klebrigen Glycerin haften und können nach einiger Zeit zur Untersuchung unter das Mikroskop gelegt werden.

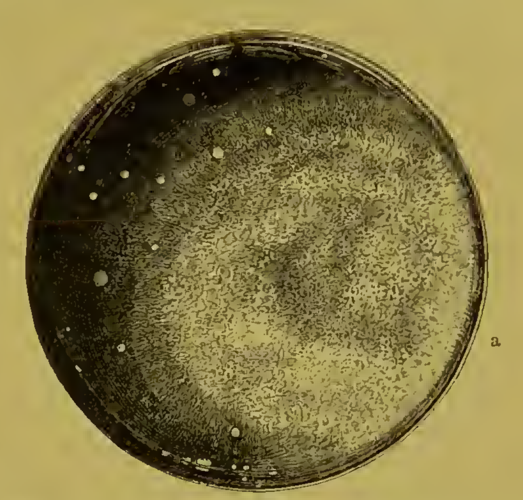
Ein englischer Forscher, Maddox, verbesserte im Jahre 1868 das Aëroskop von Pouchet, indem er dasselbe mit einer Art Windmühlenflügel ausstattete; in Folge dessen stellte der Wind den auf einer feinen Spitze drehbar befestigten Trichter wie eine Wetterfahne in die Windrichtung und übernahm es selber, die Luft durch den Trichter zu treiben und die in ihr enthaltenen Staubtheilchen auf die hinter dem Trichter befindliche Glycerinplatte anzukleben. Nach 24 Stunden war die Anhäufung von Stäubchen so bedeutend, daß sie für die mikroskopische Untersuchung ausreichte. [5])

Alle diese Methoden leiden für unseren Gesichtspunkt an einem Uebelstande.

Wir können nämlich den aus der Luft aufgesammelten Körperchen nicht ansehen, ob sie durch das Verweilen in der Atmosphäre vertrocknet und getödtet, oder ob sie lebensfähig sind und was sich aus ihnen entwickelt, ob insbesondere in der Luft sich Keime befinden, welche als unsichtbare Feinde zu fürchten sind?

Um über diese Fragen sichere Auskunft zu erhalten, ist es nothwendig, die Stäubchen aus der Luft auszuwaschen. Wenn wir Keime,

Sporen, Fäden von Pilzen oder von anderen niederen Pflanzen in Wasser bringen, in welchem die für ihre Ernährung nöthigen Stoffe aufgelöst sind, so entwickeln sie sich in einer solchen Nährlösung; sie wachsen, sie sprossen, sie treiben ein Fadengeflecht oder Mycelium, wenn sie dazu geeignet sind; wir können es dahin bringen, daß sie Frucht tragen, und sie dann oft schon mit unbewaffnetem Auge unterscheiden, während die mikroskopischen Keime, zerstreut unter fremden Dingen, sich leicht der Beobachtung entziehen.



Bakterienkolonieen, aus den Keimen gezüchtet, welche während zehn Minuten aus der Luft auf Nährgelatine herabgefallen waren. a Mycel des Pinselschimmel (Penicillium glaucum), aus einer herabgefallenen Keimzelle gewachsen.
Nach der Natur phot. von Krull.
$^1/_2$ nat. Größe.

Wenn wir also durch eine Nährlösung Luft langsam hindurchstreichen lassen, so wird in der Lösung ein großer Theil der Keime zurückgehalten, die nach einiger Zeit aussprossen und dann ohne Schwierigkeit zur Untersuchung und zur Bestimmung ihrer Abstammung Gelegenheit bieten.

Man könnte auch die Luft durch eine Glasröhre saugen, welche durch einen Propfen aus Glaswolle oder Asbestfaser lose verstopft ist, nachdem alle früher darin vorhandenen Keime durch starke Erhitzung getödtet sind. Wird nun der mit dem abfiltrirten Luftstaube beladene Asbestpfropfen in eine Nährlösung gestoßen, so geben die in letzterer sich entwickelnden Wesen Aufschluß über die Natur der lebensfähigen Keime in der Luft.

Eine wesentliche Verbesserung der Luftuntersuchungen brachte die von Robert Koch eingeführte Methode der Kultur in Nährgelatine; eine flache Glasschale mit sterilisirter Nährlösung, welche

durch Zusatz von Gelatine zu Gallert erstarrt ist, wird während einiger Zeit offen an der Luft stehen gelassen; wenn dann die Keime, welche auf die Nährgelatine herabgefallen waren, zu Kolonien sich vermehrt haben, so lassen sie sich schon mit bloßen Augen auf der durchsichtigen Gallert als weiße, größere oder kleinere Punkte wahrnehmen und zählen; unter dem Mikroskop ist es dann möglich, Name und Art jeder einzelnen Bakterienkolonie auszumitteln und die gleichzeitig niedergefallenen Schimmelsporen an ihrem inzwischen kräftig entwickelten Mycelium zu unterscheiden.

IV.

Nach welcher Methode auch die in der Luft schwebenden Körperchen gesammelt werden, — die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß zwar ihre Menge an verschiedenen Orten sehr verschieden ist, je nachdem die Luft mehr oder weniger verunreinigt ist, daß sie aber überall im Wesentlichen die nämliche Beschaffenheit besitzen. In der Luft schwimmen Körper der allerverschiedensten Abkunft, die nichts mit einander gemein haben, als ihre Leichtigkeit und ihre außerordentlich geringe Größe.

Die meisten Sonnenstäubchen stammen aus dem Mineralreich; es sind feine, durchsichtige Kieselsplitter von verschiedener Form, glashell oder gefärbt, sehr selten in regelmäßigen Krystallen. Könnten wir die Geschichte dieser Kieselstäubchen zurückverfolgen, so würden wir ihren Ursprung erblicken in den Felsgeröllen, welche die Wildbäche von den steilen Hängen der Berge herabreißen; indem diese Rollkiesel in stürmischem Lauf sich gegenseitig abschleifen und abrunden, erfüllt ihr Schleifpulver als Trübung das Wasser der Bäche, dann der Flüsse; wenn dann in der Ebene die Ströme mächtig angeschwellt über ihr Bett treten, lassen sie dieses Schleifpulver allmählich niedersinken; endlich bildet dasselbe, vermischt mit den Resten der vermodernden Pflanzen, die sich auf dem fruchtbaren Schlammabsatz niedergelassen hatten, den humusreichen Erdboden,

der unseren Wäldern, unseren Wiesen und Feldern unterbreitet ist. Wenn nun die obersten Schichten des Bodens austrocknen, so vermag der darüber streichende Wind die leichtesten Kieseltheilchen mühelos in die Luft zu wirbeln und schwebend zu erhalten, bis sie als Staub herabsinken, um von dem nächsten Winde aufs Neue in die Höhe geweht zu werden.

Häufig finden sich im Staube auch Kalktheilchen. Diese zeigen dann oft die Form winziger Schneckenschalen; sie stammen aus der Schlemmkreide, mit welcher die Wände unserer Häuser abgefärbt werden. Es sind die Schalen mikroskopischer Meeresthierchen, der Foraminiferen oder Polythalamien, welche einstmals aus den Urmeeren der Kreidezeit sich absetzten.[6])

Zwischen den Kiesel- und Kalksplittern schwebt in der Luft auch Kohle in großer Menge. Diese zeigt die Form von schwarzen Splittern; sie stammen aus dem Rauche, welcher aus den Essen unserer Häuser aufsteigt. Im Winter schweben in Städten Kohlensplitter so massenhaft in der Luft umher, daß der Staub dadurch schwarz gefärbt wird.

Zu diesen Stäubchen aus dem Mineralreich gesellen sich andere, welche aus der Welt der Thiere und Pflanzen ihren Ursprung herleiten; sie sind das Plankton des Luftmeeres. Die umfassendsten Forschungen über dieselben verdanken wir dem Director der mikrographischen Abtheilung des berühmten Observatoriums von Montsouris bei Paris, P. Miquel, der die Organismen der Atmosphäre von 1878 bis 1883 unter den verschiedensten Bedingungen, in volkreichen Städten und in Einöden, auf hohen Berggipfeln wie in Bergwerken mit Hilfe sinnreicher Apparate sammelte und mikroskopisch untersuchte.[7])

Ein großer Theil des organischen Plankton im Luftmeer ist nicht lebendig; es sind Körnchen des feinsten Stärkemehls, Fäserchen von Leinwand, Baumwolle, Wolle, Leder — Trümmer unserer abgenutzten Kleidungsstücke, Schmetterlingsschuppen, Haare von Pflanzen-

und Thieren, die feinen Daunenfasern der Gänsefedern, — Alles bunt durch einander gemengt im kreisenden Wirbel der Luftströme.

Sehr häufig erscheinen die gelben Körnchen des Blüthenstaubes oder Pollen, kugelig, eirund, dreieckig, meist in so bestimmten Gestalten, daß man aus einem einzigen Pollenkügelchen die Pflanzenart erkennen kann, von der sie abstammen. Zwar verstreuen nicht alle Pflanzen ihren Blüthenstaub in die Luft; die meisten Blumen vertrauen ihren befruchtenden Staub nicht den unsicheren Schwingen des Windes, sie machen Bienen und Schmetterlinge sich dienstbar; diese schlürfen den Nektar in den Kelchen und beladen sich dabei mit dem Pollen, der sich für diesen Fall in klebrigen Häufchen zusammengeballt hat, um ihn dann beim Besuch anderer Blüthen auf die Narben derselben abzustreifen und dadurch deren Fruchtansatz zu vermitteln. Doch giebt es immerhin eine große Anzahl windblüthiger Pflanzen, welche ihren Blüthenstaub als feines Pulver in die Lüfte verstäuben; gerade diese verbreiten denselben so massenhaft, daß die Atmosphäre zeitweise davon erfüllt wird.



Plankton des Luftmeeres.
Aufsammlung organischer Körperchen aus der Luft von Calcutta. a Pollenkörner, b Pilzsporen, c Hefepilze. Nach Cunningham. Vergr. 400.

Im Frühling enthält die Luft den Blüthenstaub der Haseln, Erlen, Pappeln, Birken, der Buchen und der Eichen. Wer zur

Sommerszeit durch ein blühendes Kornfeld geht, kennt jenen goldigen duftenden Staubnebel, welcher von den noch grünen Ähren aufsteigt. Die blühenden Nadelwälder verstreuen im Mai ganze Wolken gelben Blüthenstaubes, der, mit leichten Schwimmblasen ausgerüstet, meilenweit durch die Luft fliegt, bis ein Gewitter ihn als gelben Schwefelregen wieder niederschlägt. [8])

Es ist daher kein Wunder, daß die Sonnenstäubchen im Frühling und Sommer zum großen Theil aus Blüthenstaub von Gräsern, Laub- und Nadelhölzern bestehen; man nimmt an, daß sein überreiches Vorhandensein in der Luft den Athmungsorganen nicht zuträglich sei, und schreibt ihm sogar die Veranlassung einer Krankheit zu, welche im Juni, wenn die Kornfelder und die Gräser der Wiesen in Blüthe stehen, auftritt und als Heufieber bezeichnet wird.

V.

Weit beständiger und zahlreicher, aber auch weit gefährlicher und verderblicher als der Blüthenstaub sind die in der Luft schwimmenden Keime von Pilzen. Seltener begegnen uns eingekapselte Infusorien und Räderthiere oder Sporen von Flechten und Algen, von Moosen oder Farnkräutern; aber niemals fehlen jene Kügelchen, welche das geübte Auge als Keimzellen (Konidien) von Schimmelpilzen erkennt; größere, röthliche, braune oder schwarze, kuglige, ei- oder spindelförmige, nicht selten durch Querwände gekammerte Bläschen sind die Sporen von Rost-, Brand- und anderen Pilzen. Sie legen uns vor Augen, daß der alles überziehende Schimmel von Keimen abstammt, welche mit dem Staube durch die feinsten Ritzen dringen. Brod, Käse und andere Speisen werden zumeist von dem gemeinen Pinselschimmel (Penicillium glaucum) angegriffen, der auf feuchtem Nährboden ein zartes, weißes Mycel in Gestalt kleiner, am Rande stetig weiter um sich greifender Scheiben entwickelt; diese werden

bald mit dem bläulichen Staube zahlloser, in pinselartigen Perlschnurbüscheln abgeschnürter Keimzellen überstreut, später wohl auch zu dickeren Häuten verfilzt. In Zucker eingelegte Früchte, feuchte Kleider, Tapeten und Pflanzenstengel werden gewöhnlich von dem Gießkannenschimmel (Aspergillus) befallen, dessen Keimzellen in verschiedenen Arten als bläulicher, brauner, gelber und schwarzer Staub



Pinselschimmel (Penicillium glaucum).
Vergr. 120. Nach Brefeld.

in die Luft fliegen; in die Ohren eindringend, veranlassen sie nicht selten Entzündungen des äußeren Gehörgangs.[9]) Mit ihnen wetteifert an Häufigkeit der Köpfchenschimmel (Mucor), dessen weißes Mycel, loser Watte ähnlich, auf allen möglichen Nährboden sich entwickelt und schon mit bloßen Augen durch die schwarzen Punkte der Fruchtblasen kenntlich wird. Auch Hefepilze schwimmen zahlreich in der Luft und lassen sich mit dem Staube nieder; in zuckerreicher Nährlösung vermehren sie sich dann zu weißem Hefeabsatz; doch

sind es immer nur Keime von wilden Hefearten, niemals aber die echte, von Brauern und Bäckern in Dienst und Zucht genommene Bierhefe.[10])



Köpfchenschimmel (Mucor racemosus). Aus einer Spore gezüchtet. Vergr. 40. Nach Brefeld.

VI.

Fast überall, wo Pflanzen erkranken, werden sie das Opfer unsichtbarer Feinde in der Luft; Felder, Wiesen, Gärten und Forsten werden von ihnen überfallen. Mehlthau und Rußthau, Schwärze und Schimmel, Krebs und Grind, Pocken und Schütte, und wie all die verschiedenen Pflanzenkrankheiten heißen, werden von Pilzen erzeugt,

deren unsichtbare Keime aus der Luft auf wilde und zahme Gewächse auffliegen. In welchem Maße die Bäume des Waldes von Pilzen heimgesucht werden, haben wir bereits in einer früheren Vorlesung ausgeführt.[11]) Aus den Astlöchern der befallenen Stämme sahen wir die braunen, grauen, weißen, pferdehufähnlichen Konsolen der Löcherschwämme hervorbrechen und aus ihrer siebartig durchlöcherten Unterseite ganze Wolken von Sporenstaub in die Luft ausstreuen, die ihn von Baum zu Baum weiter trägt. Wenn sich dann die Sporen auf eine Wundstelle, wo ein abgebrochener Zweig das innere Gewebe des Stammes entblößt hat, niederlassen, keimen sie in ein fädiges, filziges Mycel aus, das aufwärts wie abwärts im Holzkörper sich verbreitet und diesen allmählich in einen braunen oder weißen, leichtbrüchigen und zerreiblichen Mulm verwandelt: nach wenigen Monaten oder Jahren ist der stärkste Baum von seinen unsichtbaren Feinden bewältigt, sein Kernholz verrottet und ausgefault; allmählich wird der ganze Bestand zu Grunde gerichtet.

Noch größere Verheerungen richten die Pilze unter den Kulturpflanzen der Felder an, die in eng zusammengedrängten Heerden den aus der Luft heranfliegenden, unsichtbaren Geschossen ein nicht zu verfehlendes Ziel bieten. Sind es doch die Sporen von Rostpilzen, welche oft in ganzen Ländern Mißwachs und Hungersnoth herbeiführen. Verborgen im Innengewebe der grünen Stengel oder Blätter der Weizenpflanze, wuchern die Pilze des Fleckenrostes (Puccinia Rubigo vera); aber bei der Fortpflanzung brechen sie durch die Oberhaut heraus und erzeugen auswendig rundliche Fruchtlager, die wie ein rother Fleckenausschlag an Halmen, Blättern, Spelzen hervortreten und kugelige, ziegelrothe Keimzellen in stäubenden Haufen ausstreuen. Der Wind trägt den Roststaub auf die Nachbarhalme; in feuchtem warmen Wetter wachsen die Keimzellen in wenig Stunden in lange dünne Fäden aus, die auf der Oberfläche des Weizenhalmes hinkriechen und endlich durch die offenen Spaltöffnungen in sein Inneres eindringen; eine Woche später brechen

bereits wieder die röthlichen Fruchtlager der neuen Rostpilzgeneration nach außen hervor und verstäuben ihre Keime in die Luft. So geht es den ganzen Sommer hindurch; von Tag zu Tag greift die verderbliche Pest weiter um sich, welche die ganze Ernte zu Grunde richten kann.

Kaum minder gefährlich ist der Streifenrost (Puccinia graminis), der mit Vorliebe den Roggen angreift; hier geht die erste Ansteckung sogar von den Berberizensträuchern aus, in deren Blättern der Pilz in Gestalt kleiner rother, weißumsäumter Becherchen zeitig im Frühjahr seine erste Entwickelung durchmacht. Später, Ende Juni, wandern dann, wie die Landwirthe schon lange wußten, für die Wissenschaft aber erst 1865 De Bary außer Zweifel stellte, die vom Winde fortgewehten Keimzellen von den Berberizen in die Getreidepflanzen über. Mit dem veränderten Wohnsitz wandelt der Pilz auch seine Gestaltung; aus den Stengeln und Blättern des Roggen bringen seine Fruchtlager in gelben, später schwarzen Streifen hervor; oft sieht man von einer Berberizenhecke die Rostansteckung eines Kornfeldes gleich dem Schweif eines Kometen in der Richtung des Windes über die benachbarten Roggengewende ausstrahlen.

VII.

In den Getreidefeldern Europas sind die Rostpilze seit Jahrtausenden einheimisch; schon die alten Römer suchten die böse Rostgöttin Rubigo durch Prozessionen und Opfer zu begütigen. Aber andere Pilze haben ihren Weg nach unserem Welttheil erst in der jüngsten Zeit gefunden; die meisten sind aus Amerika herübergeweht worden; wunderbar ist die Geschwindigkeit, mit der die unsichtbaren Feinde auf den Schwingen des Windes die Reise über Land und Meer zurücklegen, — ähnlich den Heuschreckenschwärmen, welche sich vom Winde über weite Strecken forttragen lassen, ehe sie sich verheerend auf unsere Fluren niederlassen.

Die purpurne Stockmalve, welche in Süddeutschland auf den

Feldern gebaut wird, um mittelst ihres Farbstoffs weißen deutschen Landwein in rothen Bordeaux zu verwandeln, war bis zum Jahre 1873 vom Rost verschont geblieben; in diesem Jahre erschien ein Rostpilz, der auf den Malven von Chile einheimisch ist, plötzlich in Europa, fast gleichzeitig in Spanien, England, Frankreich, Italien, in den Niederlanden und Westdeutschland; seitdem ist er Schritt für Schritt weiter nach Osten gewandert; 1878 war er bereits in Schlesien angelangt. Etwas früher (1874) hatte sich in Schlesien ein neuer Rostpilz gezeigt, der vermuthlich aus Nordamerika stammt, aber 1859 zuerst in den Pflanzungen der Sonnenrosen von Südrußland bemerkt worden war und von da westwärts über Ungarn und Österreich nach Deutschland sich ausgebreitet hat.[12])



Kartoffelpilz (Phytophthora infestans). a Aus einer Spaltöffnung des Kartoffelblattes treten 3 Fruchtstiele des Pilzes an die Luft, welche citronenförmige Keimzellen (Konidien) abgliedern. Vergr. 150; nach der Natur gezeichnet von M. Stern. b Entwicklung einer Keimzelle, nach De Bary. 1 der Zellenleib theilt sich in mehrere Abschnitte; 2 diese treten als Schwärmsporen ins Wasser; 3 eine Schwärmspore; 4 eine gekeimte Schwärmspore. Vergr. 200.

Wie rasch unsichtbare Feinde durch die Luft wandern können, hat der Kartoffelpilz (Phytophthora infestans) bewiesen. Sein Mycel kriecht zwischen den grünen Zellen im Innern des Kartoffellaubes, die von ihm ausgesaugt, getödtet und braun gefärbt werden; durch

jede der Millionen Spaltöffnungen auf der Unterseite der Blätter drängen sich bald zwei bis drei spinnfadendünne Fruchtstiele an die Luft, von denen eine Anzahl eirunder Keimzellen sich ablösen. Diese weht der Wind auf benachbarte Kartoffelpflanzen; sobald sie von einem Thau- oder Regentropfen benetzt sind, so gebärt jede Keimzelle sechs bis acht bohnenförmige Schwärmsporen, die, mit einer Doppelgeißel bewegt, lustig im Wassertropfen sich tummeln; schließlich lassen sie sich in der Nähe der Spaltöffnungen nieder und keimen in lange Pilzfäden aus. Diese bohren sich in das Innere der Blätter ein; jede Stelle des Laubes, wo ein Pilzmycel im Innern wuchert, stirbt ab und wird zu einem schwarzbraunen Fleck, der sich rasch vergrößert; bald treten an seinen Rändern die weißen Fruchtzweige an die Luft, deren Keimzellen wieder neue Ansteckung um sich streuen. In wenig Tagen ist das ganze Feld befallen; ist das Wetter feucht und warm und dadurch der Verbreitung der ausstäubenden Keimzellen günstig, so hat man im August fast in ganz Europa den traurigen Anblick abgetödteter Kartoffelfelder, deren Kraut schwarz und schlaff herabhängt und deren Knollen verkümmern und faulen. De Bary, dem wir die genaueste Erforschung des Pilzes verdanken (1861), hat berechnet, daß von jedem Quadratcentimeter des kranken Kartoffelkrautes über 60 000 Keimzellen in die Luft ausfliegen, aus denen gegen 360 000 schwärmende Ansteckungskeime hervorgehen können. Bis 1845 war der Kartoffelpilz in Europa unbekannt; in diesem Jahre wurde er, vermuthlich mit kranken, amerikanischen Kartoffeln, eingeschleppt und verbreitete sich mit einem Male, begünstigt durch die nasse Witterung jenes Sommers, über den ganzen Kontinent von Irland bis Oberschlesien und Rußland; indem er das Brot der Armen vernichtete, brachte er Hungersnoth und Hungertyphus mit sich; seitdem setzt er noch immer alljährlich, wenn auch meist mit verminderter Gefahr, seine Verwüstungen fort.

Langsamer haben sich die Traubenschimmel in den Weinbergen Europas ausgebreitet. Wie wir in einer früheren Vorlesung ausge-

führt haben,[13]) ist der echte Mehlthau der Weinreben aus Nordamerika vor fünfzig Jahren, gleichzeitig mit dem Kartoffelpilz, eingewandert, indem er zuerst 1845 mit amerikanischen Reben in die Glashäuser eines englischen Gartenbesitzers eingeschleppt wurde. Auch dieser Pilz, der mit weißem Schimmelanflug die Blätter und Beeren des Weinstocks überspinnt, verbreitet sich durch die Luft von Rebe zu Rebe vermittelst eirunder Keimzellen, die als weißer Staub von dem Fadengespinnst des Pilzmycels sich ablösen. Im Jahre 1848 war der Pilz über den Kanal gelangt und hatte sich in den Weinspalieren des Herrn von Rothschild bei Versailles eingenistet; doch erst im Jahre 1851 überzog er mit einem Male ganz Südeuropa von Portugal bis Griechenland und bedrohte selbst, westwärts über den Ocean fliegend, die Weingärten von Madeira mit Vernichtung. Dem echten folgte dann 1880 der falsche Mehlthau der Reben, der, nachdem er die Seereise von Nordamerika nach Europa zurückgelegt, die Weinberge des Südens kaum minder gefährlich wie sein Vorgänger schädigt.

Noch scheint der Giftköcher der nordamerikanischen Pilzflora nicht erschöpft. Die Regierung der Vereinigten Staaten, welche mit musterhafter Fürsorge die unsichtbaren Feinde des Obst- und Feldbaues überwacht, zu diesem Zweck in ihrem Landwirtschaftlichen Ministerium (Department of Agriculture) eine besondere Abtheilung für Pflanzenkrankheiten (Division of vegetable Pathology) gegründet hat und in jedem Staate reich dotirte Versuchs- und Beobachtungsstationen mit einem ganzen Stabe von Chemikern und Botanikern unterhält, hat in zahlreichen amtlichen, allgemeinverständlich abgefaßten und reich illustrirten Veröffentlichungen eine Menge Pilzkrankheiten der Weinreben, der Aepfel-, Birn-, Pfirsich- und anderer Obstbäume bekannt gemacht, welche in den transatlantischen Gärten oft großen Schaden anrichten, und deren Verschleppung nach der alten Welt früher oder später zu befürchten ist.

Nicht besser ergeht es den Insekten. Wenn nach einem milden Winter die Raupen sich so vermehrt haben, daß die abgefressenen

Bäume kurze Zeit nach ihrer Belaubung wieder kahl stehen, so währt es gewöhnlich nicht lange, bis die Raupenplage durch eine Epidemie rasch beseitigt wird. Schimmelartige Insektenpilze (Isaria, Empusa) nisten sich ins Innere einzelner Thierchen ein; nachdem sie ihr Blut und Eingeweide aufgezehrt, durchbohren sie die Haut der getödteten Opfer und streuen ihre kugligen Keimzellen in solcher Masse in die Luft aus, daß die Leichen wie mit weißem Mehlstaub überpudert sind. Jede Raupe, auf welche solche Keimzellen sich aus der Luft niederlassen, ist nach wenigen Tagen getödtet, ihr Inneres von Pilzgewebe ausgefressen und vollgestopft; wenn dann von ihrer Oberfläche die Keimzellen wieder ausstäuben, wird sie selbst zu einem Ansteckungsherde; dies geht so lange fort, bis die ganze Generation der Raupen von den Pilzen hinweggerafft ist.



Sommerraupe-Winterpflanze (Torrubia sinensis). Bündel von Raupen, die durch einen Insektenpilz getödtet und mumifizirt sind, und aus denen nach dem Tode die Fruchtkeulen herauswachsen.
Nach der Natur phot. von Krull. Nat. Größe.

Aus den getödteten und in dürre Mumien umgewandelten Raupen brechen oft nachträglich die eigentlichen Pilzfrüchte in Gestalt langstieliger, orangerother oder purpurfarbiger Keulen hervor, die bei ausländischen Arten eine Länge bis zu fünfzig Centimeter erreichen. In China werden solche Raupen mit den aus ihnen herausgesproßten Keulenpilzen (Torrubia sinensis) bündelweise als ein Universalheilmittel unter dem Namen „Sommerraupe-Winterpflanze“ (Hiao-tsao-ton-tschong) verkauft und als Verwandlungen von Thieren in Pilze angestaunt.

Vor etwa siebzig Jahren war ein Schimmelpilz, welcher in unseren Wäldern eine wohlthätige Polizei gegen das Ueberhandnehmen der Raupen ausübt (Isaria oder Botrytis Bassii), in die großen Seidenzüchtereien Südeuropas eingedrungen und hatte unter

den dichtgedrängten Schaaren der Seidenraupen so maßlos gehaust, daß man nahe daran war, die Pflege dieser nützlichen Thierchen ganz aufzugeben; sie wurden durch ihn in steinharte, außen mit weißem Mehlstaub überpuderte Mumien umgewandelt. Doch fand der Waldpilz in der Hauskultur der Seidenraupen auf die Dauer offenbar nicht die seiner Natur entsprechenden Bedingungen; seit fünfzig Jahren ist diese Pilzepidemie, die man wegen der Aehnlichkeit der mumifizirten Raupen mit einem südfranzösischen Zuckergebäck als „Muscardine“ bezeichnet hatte, aus den Seidenzüchtereien wieder verschwunden. Den Seidenwürmern selbst ist freilich damit wenig geholfen worden; denn an die Stelle des Schimmelpilzes sind seitdem andere, zur Klasse der Spaltpilze gehörige Verderber getreten, die noch schlimmer unter ihnen gewüthet haben und zum Theil noch jetzt große Verheerungen anrichten.[14])



Muskardine.
Seidenraupen, durch einen Pilz (Isaria Bassii) getödtet und in harte, außen mit weißem Sporenstaub überpuderte Mumien umgewandelt.
Nach der Natur phot. von Krull. Nat. Gr.

VIII.

Die Keimzellen der Schimmelpilze, der Insektenpilze und derjenigen Pilze, welche Pflanzenkrankheiten veranlassen, sind, nach den Größenverhältnissen der mikroskopischen Welt gemessen, verhältnißmäßig große Körper, deren Anwesenheit in der Luft leicht und mit Sicherheit nachgewiesen werden kann. Sehr viel schwieriger ist es, die kleinsten aller lebenden Wesen, die Bakterien, in der Luft und deren Staubniederschlägen aufzufinden; denn ihre Kügelchen und Stäbchen entziehen sich wegen ihrer Kleinheit zwischen dem Gewirr größerer Körperchen leicht der Beobachtung. Wird jedoch Luft in passender

Nährlösung gewaschen, in welcher die in ihr schwebenden Keime abgesetzt und zu weiterer Entwickelung gebracht werden können, so zeigt sich, daß die Luft stets mit lebensfähigen Keimen von Bakterien der verschiedensten Arten erfüllt ist. Durch Auffangen und Züchtung dieser Keime auf Nährgelatine ist man sogar im Stande, Zahl und Art derselben festzustellen.

Der Nachweis von Bakterienkeimen in der Luft ist aber von hochwichtigem Interesse, seit wir wissen, daß es unter den Bakterien auch parasitische Arten giebt, deren Wohnsitz das lebende Thier und selbst der Mensch ist. Ein Theil dieser mikroskopischen Parasiten scheint harmlos zu sein, so die Mikrokokken, Bacillen und Spirochäten des Zahnschleims; gerade dieser war es, in welchem Leeuwenhoek zuerst die Bakterien entdeckt und in einem Briefe an die Königliche Gesellschaft in London vom 14. September 1683 bekannt gemacht und abgebildet hat, so daß der Entdecker der mikroskopischen Welt auch bereits deren alleräußerste Grenzen erreicht hat.[15])

Viele unter den parasitischen Bakterien aber haben sich als Krankheitserreger, als pathogene Arten erwiesen, welche die Gesundheit, ja das Leben der Menschen und der höheren Thiere bedrohen. Die pathogenen Bakterien sind der Art nach verschieden von denen der Fäulniß und der Gährungen; sie bedürfen zu ihrer Entwickelung höhere Temperaturen und vermehren sich am reichlichsten und schnellsten bei Blutwärme; vielleicht stammen sie aus tropischer Urheimath. Werden gewöhnliche Fäulnißbakterien einem Thier in die Blutgefäße gespritzt, so erregen sie wohl einen Fieberanfall, aber sie vermehren sich nicht, da das gesunde Blut offenbar bakterientödtende Eigenschaften besitzt;[16]) sie werden bald wieder aus dem Körper durch die Ausscheidungen entfernt. Umgekehrt werden nach dem Tode die pathogenen Bakterien von denen der Fäulniß bald verdrängt, da jene in der Leiche nicht mehr die hohe, ihre Vermehrung begünstigende Wärme finden.

Vielleicht steht im Zusammenhang mit diesem Verhältniß zur

Wärme auch der Gegensatz zwischen den Pflanzen und den kaltblütigen Thieren auf der einen, den Menschen und den Warmblütern auf der anderen Seite; parasitische Krankheiten werden bei den ersteren in der Regel nur von Schimmelpilzen, aber nicht von Bakterien, bei den letzteren von Bakterien, aber nicht von Schimmelpilzen erzeugt.[17])

Dies gilt vor allem von jenen ansteckenden Seuchen, welche von Stadt zu Stadt, von Land zu Land wandern; so verschieden auch die Krankheitsbilder der Bubonenpest, der Cholera, der Diphtherie, des Unterleibstyphus, des Rückfalltyphus, der Tuberkulose, des Aussatzes, der Blutvergiftungen bei Verwundeten und Wöchnerinnen oder auch der Rinderpest, des Schweinerothlaufs, des Milzbrandes, des Rotzes, der Lungenseuche u. a. sind, sie haben gewisse, gemeinschaftliche Züge: die Krankheit entsteht nicht von selbst, sie hat in einer bestimmten Gegend ihren ständigen Wohnsitz, wo sie nie erlischt, und verbreitet sich von dort nur durch Ansteckung oder Infektion; ein Ansteckungsstoff, ein Kontagium, das von den Kranken ausgeht, veranlaßt schon in geringster Menge die Erkrankung.

Hat die Ansteckung einmal stattgefunden, so vergehen mehrere Stunden und selbst Tage, ehe Zeichen derselben äußerlich hervortreten; nach einer gewissen Zeit, der Inkubation, bricht die Krankheit aus, unter gewaltsamen Störungen in der gesetzmäßigen Thätigkeit aller Organe, vom Gehirn bis zum Verdauungssystem; der Kranke leidet, als stünde er unter dem Einfluß eines Giftes; wie er selbst durch einen Giftstoff angesteckt ist, so verbreitet er das Gift weiter im Athem, im Schweiß, in den Ausleerungen, selbst in Kleidern und Wäsche; denn Alles, woran auch nur kleine Mengen seiner Ausscheidungen haften, wirkt als Gift. In manchen Infektionskrankheiten sammelt sich ein Ansteckungsstoff in konzentrirtester Form in Pusteln oder Blattern, deren Saft in geringster Menge einen Gesunden erkranken macht, sobald er durch Impfung in dessen Blutlauf aufgenommen wird, und ihn

unter den nämlichen Krankheitserscheinungen zum Erzeuger des nämlichen Giftes macht.

Auf diese Weise verbreitet sich die Krankheit, immer weiter um sich greifend, und wird zur Epidemie; wenn diese ein gewisses Maximum erreicht hat, nimmt ihre Heftigkeit allmählich ab; die Zahl der Erkrankungen vermindert sich von Tag zu Tag; endlich erlischt die Epidemie an dem Orte, an dem sie Wochen und Monate lang geherrscht hat, um an einem anderen Orte, wohin der Völkerverkehr den Ansteckungsstoff eingeschleppt hat, ihren verderblichen Entwickelungsgang zu durchlaufen.

IX.

Im dritten Buche seines schönen Lobgedichtes auf die Landwirthschaft giebt Vergilius eine ergreifende Schilderung einer solchen Seuche unter den Heerden, in der wir leicht den Milzbrand erkennen:

Siehe, der dampfende Stier, vom harten Pfluge belastet,
Stürzt und speit aus dem Munde mit Schaum gemengtes Blut aus
Und verhaucht sein letztes Geächz . . . .
Und bald rast in den Heerden die Würgerin, selbst in den Ställen
Häuft sie die Leichen empor, von der gräßlichen Seuche zerfallen,
Bis man mit Erde zu decken sie lernt und in Gruben zu bergen;
Denn nicht wär' zu gebrauchen die Haut und die Menge des Fleisches —
Wer sie benutzt, erkrankt. — Vergebens die Weide zu wechseln;
Künstliche Mittel schaden nur. —

Vergilius sucht die Ursache dieser unter Schafen, Rindern, Pferden wüthenden Epidemie, welche die luftigen Alpenmatten und die Gefilde des Timavo noch nach langen Jahren veröden machte, nicht wie sein Vorbild Homeros in den unsichtbaren Pfeilen, mit denen der ferntreffende Apollon in seinem Zorn Heerden und Menschen dahin streckt; er erkennt sie in einer Vergiftung von Luft, Wasser und Wiesen.[18])

Schon vor Vergilius hatte M. Terentius Varro in seinem Buche über die Landwirthschaft gelehrt, „daß in sumpfigen Orten

gewisse Thierchen entstünden, die, mit bloßem Auge nicht sichtbar, durch die Luft in Mund und Nase eindringen und schwere Krankheiten erzeugen." [10]) Kaum hatte Leeuwenhoek seine Beobachtungen über die unsichtbaren Thierchen im Regenwasser bekannt gemacht, als die vorschnelle Phantasie der Aerzte das furchtbare Räthsel der Epidemien durch die Hypothese mikroskopischer Pestfliegen gelöst glaubte. Aber vergeblich blieb jeder Versuch, in dem vergiftenden Ansteckungsstoff lebende Wesen wirklich zu Gesicht zu bekommen; gleichwohl konnte ein genialer deutscher Anatom, Henle, schon 1840 aus der Natur der Infektionskrankheiten den zwingenden Schluß ziehen, daß solche vorhanden sein müßten. Erst vierzig Jahre sind vergangen, seit es dem Mikroskop gelang, die Lebewesen der Kontagien zur Anschauung zu bringen, und zwar zuerst beim Milzbrand.

Im Jahr 1855 entdeckten zwei deutsche Aerzte, Pollender und Branell, im Blute milzbrandkranker Thiere in zahlloser Menge eigenthümliche Stäbchen; acht Jahr später (1863) wies ein französischer Forscher, Davaine, durch Experimente nach, daß diese Stäbchen, die er Bakteroiden nannte, die eigentlichen Träger des Kontagiums in jener furchtbaren Seuche seien. Sie überfällt Thiere aller Art, besonders Pflanzenresser, und tödtet sie nach wenig Stunden oder Tagen, viele sogar ganz plötzlich wie durch einen Blitzschlag; sie rafft ganze Heerden im Stalle oder auf der Weide, selbst die Hirsche im Walde, die Renntiere auf der Tundra schaarenweise hinweg und bedroht auch den Menschen, der sich angesteckt hat, mit Lebensgefahr. Feine unbewegliche Stäbchen, heut als Milzbrandbacillen bekannt, vermehren sich im Blut der befallenen Thiere durch Theilung mit rasender Schnelligkeit, so daß sie das Netz der Haargefäße bereits mehrere Stunden vor deren Tode verstopfen. Wird ein Blutstropfen voll Milzbrandbacillen einem gesunden Thiere eingeimpft, so bringt er mitunter schon nach 24 Stunden den Tod; ja die minimale Menge, welche am Rüssel einer Stech- oder Aasfliege haftet, nachdem sie Blut von einem milzbrandkranken Thiere

eingesaugt hatte, genügt, um ein zweites Thier, auf das sich die Fliege später setzt, anzustecken. Sobald aber Milzbrandblut zu faulen beginnt, so ist die Impfung ohne Erfolg; denn die Fäulnißbakterien, die sich nun maßlos vermehren, verdrängen die pathogenen Bacillen; ebenso wirkungslos ist, wie Chauveau zeigte, Milzbrandblut, aus dem die Bacillen abfiltrirt oder wo dieselben auf andere Weise getödtet sind; nur Blut mit lebensfähigen Bacillen wirkt als Kontagium.

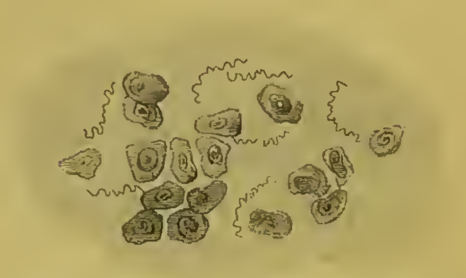
X.

Nach dem Jahre 1869, wo die Lebensgeschichte der Bakterien, die bis dahin nur ganz oberflächlich erforscht worden war, von botanischer Seite zum Gegenstand eingehenderer wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht wurde, mehrte sich rasch die Zahl der Infektionskrankheiten, in denen pathogene Bakterien entdeckt wurden.

Jedermann weiß, wie erbarmungslos die Diphtherie so manches hoffnungsvolle Leben hinwegrafft; ein leicht übertragbares Kontagium setzt sich gewöhnlich zuerst in Schlund oder Luftröhre fest, erzeugt dort membranartige Belege, welche mit Erstickungstod bedrohen. Das Mikroskop zeigt in sämmtlichen Organen der Kranken, wie Hüter und Oertel schon 1868 beobachteten, doch erst Klebs 1883 klarstellte, kurze Bakterien, in dichten Massen zusammen gehäuft, welche die Gewebe der Muskeln, Gefäße, Schleimhäute belegen und durchsetzen, Blutstauungen und Entzündungen herbeiführen und eine allgemeine Blutvergiftung zur Folge haben. Nur dann ist Genesung möglich, wenn die Diphtheriebakterien durch die Nieren allmählich aus dem kranken Körper ausgeschieden werden.

Zuerst im Jahre 1868 erschien in Deutschland der Rückfallstyphus, eingeschleppt aus Rußland, wo er sich schon vier bis fünf Jahre früher eingenistet hatte; der eigentliche Herd der Seuche scheint Centralasien zu sein, von wo sie in einem Hungernothjahr 1876 auch nach Vorderindien eindrang. In Deutschland tritt der

Rückfallstyphus immer nur von Zeit zu Zeit, zerstreut in lokalen Epidemien, auf; er wird stets durch Reisende aus Osten eingeschleppt, verbreitet sich durch Ansteckung und befällt in der Regel alle Bewohner einer Stube nach einander. Die Kranken leiden sechs bis sieben Tage hindurch an heftigem Fieber, sind dann sechs bis sieben Tage fieberfrei und werden dann nochmals durch fünf Tage vom Fieber ergriffen; selten folgt nach längerer Zwischenzeit ein dritter oder vierter Fieberanfall. Ein junger Arzt an der Berliner Charité, Otto Obermeier, entdeckte im Jahre 1873, daß das Blut der Kranken während der Fieberzeit von Milliarden feiner Schraubenbakterien wimmelt, die sich lebhaft zwischen den Blutkörperchen hindurchschlängeln oder zu Knäueln durch einander wirren; in der fieberfreien Zeit sind diese Spiralfäden im Blut nicht aufzufinden; sie werden nach dem Namen ihres Entdeckers, der im Jahre 1874 als Opfer seiner Forschungen an der Cholera starb, als Obermeiersche Spirochäten bezeichnet; mit der Genesung verschwinden sie vollständig aus dem Blute.

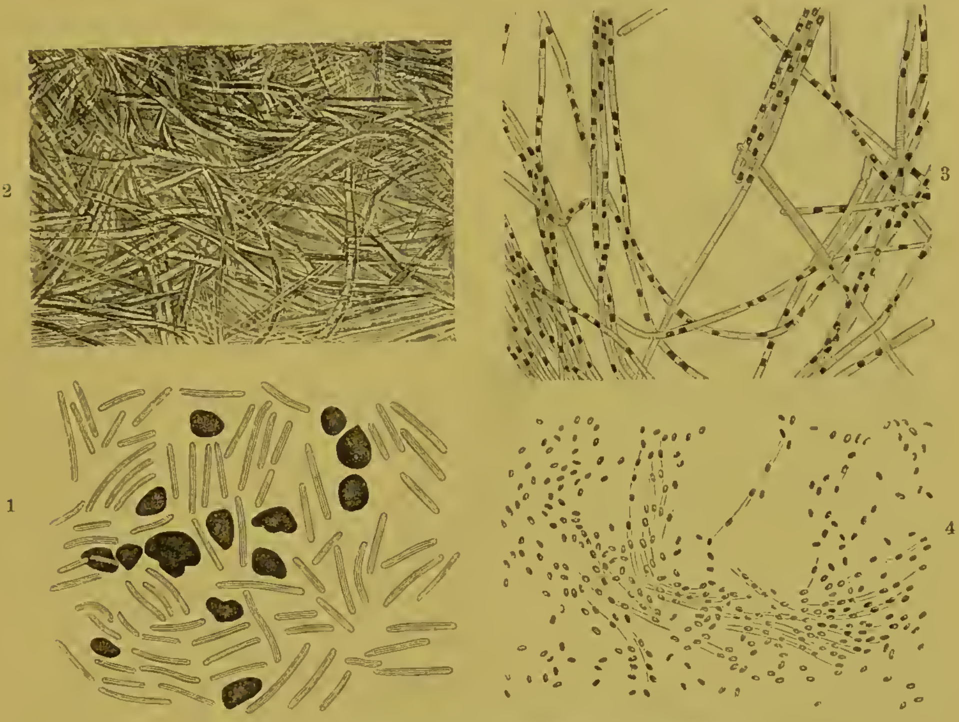


Spirochäte des Rückfalltyphus (Spirochaete Obermeieri). Die Schraubenfäden schlingeln sich zwischen den Blutkörperchen im Blut der Kranken. Nach einer Phot. von R. Koch. Vergr. 700.

XI.

Eine neue Epoche für die Erforschung der Beziehungen zwischen pathogenen Bakterien und Infektionskrankheiten begann mit dem Jahre 1876, als Robert Koch, damals ein noch völlig unbekannter Arzt in einem Städtchen der Provinz Posen, seine „Untersuchungen über die Aetiologie des Milzbrandes“ veröffentlichte.[20]) Hier wurden zum ersten Male die Methoden der Reinkulturen und des Thierexperimentes angewendet, welche allein eine zuverlässige Unterschei-

dung der pathogenen von den harmlosen Bakterien ermöglichen und seitdem, nur in wenigen Punkten, zumeist von Koch selbst, verbessert, allen derartigen Untersuchungen zu Grunde gelegt werden. Koch wies nach, daß die Milzbrandbacillen, die man bis dahin nur in den kranken



Milzbrandbacillen (Bacillus Anthracis).
Reinkultur im Wasser der Augenkammer. 1 Die Stäbchen beginnen sich zu verlängern. 2 Die Stäbchen wachsen zu einem Fadengewirr aus. 3 In jedem Gliede der Fäden bildet sich eine Spore. 4 Die Fäden werden aufgelöst und die Sporen frei. Nach Photographie von R. Koch. Vergr. 700.

Thieren als kurze Stäbchen beobachtet hatte, sich auch außerhalb derselben völlig rein in sterilisirten Nährflüssigkeiten der verschiedensten Zusammensetzung züchten lassen: im Saft der Rüben und Kartoffeln, im Heuaufguß, im Liebigschen Fleischextrakt, am besten in dem eiweißhaltigen Wasser der Augenkammer oder im Blutserum nach Beseitigung der rothen Blutkörperchen; durch Impfung mit einer solchen Reinkultur wird ein gesundes Thier mit Milzbrand

angesteckt. Koch fand auch, daß die Milzbrandbacillen nicht blos in Nährflüssigkeiten, sondern daß sie auch auf gekochten Kartoffelscheiben und dergleichen gedeihen; sie wachsen alsdann bei freiem Luftzutritt und ausreichender Wärme (über achtzehn Grad) in lange, gegliederte Fäden aus, welche, ähnlich wie die Heubacillen, in jeder Zelle eine ovale Spore bilden, dann sich auflösen und die Sporen freilassen. Diese bewahren ihre Keimfähigkeit Jahre lang; werden Milzbrandsporen einem gesunden Thiere eingeimpft, so erkrankt dasselbe sofort, indem aus den gekeimten Sporen die gewöhnlichen Stäbchen hervorgehen, welche in unendlicher Vermehrung die feinen Haargefäße verstopfen und das Blut vergiften.

Während die Stäbchen des Milzbrandbacillus nur zugleich mit dem Blut übertragen werden können, an der Luft bald absterben und durch die Fäulniß zu Grunde gehen, stellen die Sporen das wahre Kontagium der Seuche dar, durch welches in der Regel die Ansteckung geschieht; in den blutigen Ausleerungen, welche auf der Weide von den milzbrandkranken Thieren vor ihrem Verenden ausgehen, entwickeln sich die Sporen und bleiben im Boden oder an den Wiesengräsern haften. Wenn die Kadaver leicht verscharrt werden, so bilden sich die Sporen auch in den obersten Erdschichten und können dann leicht durch Regenwürmer an die Oberfläche geschafft werden; in größeren Tiefen kommen sie nicht zur Entwickelung, da dort der Luftzutritt gehemmt ist. Durch Ueberschwemmungen oder durch den Wind können die Milzbrandsporen mit dem gewöhnlichen Ackerstaub auch auf entfernte Weideplätze verschleppt werden. Mit angestecktem Futter gelangen die Sporen in den Magen der Thiere; vom Darm aus drängen sich die gekeimten Bacillenstäbchen in die Blutbahn, wenn sie nicht schon durch leichte Wunden im Schlund Eingang gefunden haben.

Im Jahre 1878 erschien von Robert Koch ein neues Buch: „Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten.“ Schon einige Jahre früher (seit 1871) waren von Waldeyer, Rind-

fleisch, Recklingshausen und Anderen in vielen schweren Erkrankungen, welche auf Vergiftung des Blutes beruhen, so wie in allen eiternden Wunden Mikrokokken aufgefunden werden. Aber erst Koch lehrte durch seine Methode der Reinzüchtung außerhalb des kranken Organismus die pathogenen von den meist gleichzeitig vorhandenen Fäulnißbakterien sicher unterscheiden; durch Impfung der Reinkulturen auf Ratten, Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen und durch die darauf erfolgende künstliche Erzeugung von Brand und Blutfäule wurde der Nachweis geführt, daß von pathogenen Bakterien das fürchterliche Gift erzeugt wird, das unzähligen jungen Frauen in den Stunden höchsten Mutterglücks das Leben geraubt und als Hospitalbrand eine größere Zahl von Opfern durch das Messer der Chirurgen hinweggerafft hat, als die Kugeln auf dem Schlachtfelde.

Unter der Wirkung der Koch'schen Arbeiten trat nunmehr die bakteriologische Forschung in den Vordergrund der Medizin; 1879 entdeckten Armener Hansen (Bergen) und Albert Neisser (Breslau) [21]) feine, unbewegliche Stäbchen in den Knoten und Flecken, den Bläschen und Pusteln, welche die Haut der Aussätzigen so entsetzlich entstellen; obwohl die „Leprabacillen" bisher weder in künstlichen Nährlösungen sich züchten, noch auf Thiere sich haben übertragen lassen, so ist doch kein Zweifel, daß sie die wirklichen Erzeuger des Aussatzes sind, welcher während des Mittelalters im ganzen Westeuropa sich festgesetzt hatte, jetzt glücklicherweise auf einzelne isolirte Herde in Norwegen, Rußland und Spanien zurückgedrängt ist.

Im Jahre 1880 wurde R. Koch nach Berlin an das 1875 begründete Deutsche Reichsgesundheitsamt berufen; hier konnte er nicht nur selbst mit reichen Mitteln seine bakteriologischen Forschungen fortsetzen, sondern auch Schüler heranbilden, welche, systematisch vorgehend, das große Heer der Infektionskrankheiten der Prüfung der neuen Methoden unterzogen. Als erste Frucht seiner neuen Stellung überraschte Koch 1882 die wissenschaftliche Welt durch die Entdeckung, daß die Tuberkulose, dieses gefährlichste und

verbreitetste aller menschlichen Leiden, an dem ein Siebentel aller Menschen und ein Drittel aller Erwachsenen zu Grunde gehen, und das man bisher allgemein für eine durch Vererbung oder äußere Schädlichkeiten erworbene, nicht aber für eine ansteckende Krankheit gehalten hatte, eine echte Infektionskrankheit sei, die von feinen, unbeweglichen Bacillen, ähnlich denen des Aussatzes, erzeugt wird; sie vegetiren herdenweise in den unter ihrer Reizwirkung sich fort und fort entwickelnden Knötchen oder Tuberkeln, finden sich aber auch massenhaft in dem Auswurf der Kranken. Wenn diese Bacillen allen früheren Forschern entgangen waren, so lag das daran, daß sie sich nicht wie andere Bakterien durch Pigmente leicht färben lassen; durch die von Koch eingeführten Methoden werden sie nicht bloß sichtbar gemacht, sondern halten auch, einmal gefärbt, den Farbstoff sehr fest. Es gelang Koch, die Tuberkelbacillen auf künstlichem Nährboden zu züchten und durch Impfung der Reinkulturen Thiere mit Tuberkulose anzustecken. Fast alle Thiere sind dafür empfänglich; vor allen leiden die Rinder fast ebenso häufig wie die Menschen an Tuberkulose, die bei ihnen früher als eigenthümliche Krankheit, Perlsucht, betrachtet wurde. Dadurch wird die Gefahr der Ansteckung durch den Genuß der rohen Milch und des Fleisches von perlsüchtigen Rindern vor Augen gestellt.



Tuberkelbacillen im Auswurf von Lungenkranken. Vergr. 700. Nach Photographie von R. Koch.

Als im Jahre 1883 die Cholera, aus Indien eingeschleppt, in Aegypten wüthete und auch Europa mit ihren Schrecken bedrohte, wurde vom Deutschen Reiche eine Kommission zum Studium dieser Seuche nach dem Orient gesandt, an deren Spitze Koch gestellt wurde. Er entdeckte in dem Darminhalt der Kranken eigenthüm-

liche, schwach gekrümmte Bakterien, von ihm als Kommabacillen bezeichnet, welche, in die Schleimhäute der Darmwege einwandernd, eine nur zu oft tödtlich verlaufende Entzündung herbeiführen. Auch die Ausleerungen der Cholerakranken wimmeln von Kommabacillen, die daher das gefährlichste Mittel zur Verbreitung, aber auch durch ihre Gestalt und ihr Verhalten in Reinkulturen das zuverlässigste Kennzeichen zur Erkennung der Krankheit darbieten.



Cholerabakterien in der Darmwand eines an der Seuche Gestorbenen.
Nach Flügge. Vergr. 600.

Es ist nicht unsere Absicht, hier alle einzelnen Krankheiten aufzuführen, bei denen die Forschungen der letzten Jahrzehnte — hervorgegangen theils aus der Berliner Schule Kochs, theils aus dem mit ihr an Bedeutung und Erfolg der bakteriologischen Studien wetteifernden Institut Pasteur in Paris — pathogene Bakterien erkannt worden sind. Wir erwähnen nur die Entdeckung der Kokken bei Pneumonie 1883 durch Carl Friedländer, der Influenzabakterien durch Pfeiffer 1892 und den von Gaffky 1884 geführten Nachweis, daß die von Klebs, Eberth und Koch aufgefundenen Bacillen die wirklichen Erzeuger des Unterleibstyphus sind.[22]) Von Thierseuchen mögen nur noch erwähnt werden: die Strahlpilzkrankheit der Rinder, wo Bollinger 1877, der Rauschbrand der Rinder, wo Bollinger 1878, die Hühnercholera, wo Toussaint und Pasteur 1879, der Rotz der Pferde, wo Loeffler 1882, der Schweinerothlauf, wo Pasteur 1895, und



Cholerabakterien (Microspira Comma).
Nach der Natur phot. von Migula. Vergr. 1000.

die Rinderpest, wo Metschnikoff und Koch 1896 Bakterien als die Krankheitserreger nachgewiesen haben.

Stichkultur der Cholerabakterien in einem Reagenzglas mit Nährgelatine, vier Tage alt; sie bildet einen nach oben erweiterten Trichter, dessen oberster Theil Luft enthält. Nat. Gr. Nach Flügge.

Die bedeutendste Entdeckung der neuesten Zeit ist die der Bakterien der Bubonenpest: unbeweglicher kurzer Stäbchen, welche 1894 bei einer in China wüthenden Epidemie fast gleichzeitig von zwei Japanern, Kitosato, einem Schüler Kochs, und Yersin, einem Schüler Pasteurs, im Eiter der Pestbeulen aufgefunden wurden. Die im Jahre 1896/97 zur Beobachtung der Pest unter Leitung Gaffkys nach Ostindien geschickte deutsche Kommission stellte fest, daß die meisten Thiere den Angriffen der Pestbakterien widerstehen, daß dagegen die Affen und die Ratten sehr empfänglich sind: die letzteren können zur Verbreitung der Seuche um so mehr beitragen, als diese Thiere bekanntlich die Kadaver ihrer Genossen auffressen. Die Pestbakterien werden durch Erwärmung auf siebzig Grad schon nach einer Viertelstunde getödtet und verlieren an der Luft spätestens nach acht bis zehn Tagen ihre Ansteckungsfähigkeit, selbst wenn sie auf Wäsche oder Kleidern von Wolle oder Seide angetrocknet sind.



Bakterien der Pest. Nach Photographie von Yersin und Flügge. Vergr. 1000.

XII.

Bei der Umschau über alle diese Leiden, mit denen die Bakterien das Menschengeschlecht bedrohen, drängen sich uns vor allem die Fragen auf: auf welche Weise gelangen die unsichtbaren Feinde in das Innere unseres Körpers? kommen sie aus der Luft, dem

Wasser oder dem Erdboden? und wie vermögen wir uns gegen ihre Angriffe zu schützen?

Gegen die mikroskopischen Geschosse sind Menschen und Thiere durch ihre Haut ebensogut gepanzert, als es je Achilles oder Siegfried gegen Speer und Pfeil gewesen. Die pathogenen Bakterien finden nur zwei offene Stellen, Nase und Mund; sie können nur mit der Nahrung durch die Speiseröhre in das Verdauungssystem oder durch die Luftröhre beim Athmen in die Lungen eintreten; an anderen Orten können nur Wunden ihnen den Weg in die Blutbahn öffnen.

Wenn wir an die rastlose Bewegung in den Lufträumen denken, wie rasch Rauch, Riechstoffe, fremde Gase sich derartig vertheilen, daß schon in geringer Entfernung von der Quelle keine Spur mehr nachzuweisen ist, so werden wir es nicht für wahrscheinlich halten, daß Krankheitskeime durch die Luft auf weite Entfernung von dem Herde ihrer Entstehung fortgeweht werden können. Es wäre dies nur bei sehr massenhafter Verstäubung möglich, wie dies 1883 bei der Explosion des in der Sundastraße gelegenen Vulkan Krakatau der Fall war, dessen Asche über die ganze Atmosphäre fortgeführt wurde. Daß aber mikroskopische Krankheitskeime auf geringere Entfernungen schrittweise durch die Luft sich verbreiten können, beweisen die von uns berichteten Beobachtungen der Pflanzenepidemien. Gelangt ja doch auch der Blüthenstaub der windblüthigen Pflanzen durch die Luft auf die Narben, die er befruchten soll, selbst bei Wachholder, Eibe, Dattelpalme und anderen Gewächsen getrennten Geschlechtes, wo Männchen und Weibchen oft weit entfernt von einander stehen.

Die mikroskopischen Untersuchungen des Plankton im Luftmeer, unter denen die von Cunningham 1872 in Calcutta und die von P. Miquel seit 1878 in Paris angestellten sich durch systematische Durchführung auszeichnen, haben einen Zusammenhang zwischen der Menge der in der Atmosphäre schwebenden Körperchen und der

Zahl epidemischer Erkrankungen nicht erkennen lassen. Aber sie haben doch zweifellos festgestellt, daß die Luft nicht bloß mit Keimen von Schimmel- und Hefepilzen erfüllt ist, sondern daß in ihr auch zahlreiche entwickelungsfähige Bakterienkolonien schwimmen,[23]) und es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß unter diesen auch Krankheitskeime sich befinden, die bei stockender Luftbewegung, in schlecht ventilirten Räumen sich dermaßen anhäufen können, daß sie die Gesundheit der Bewohner ernstlich gefährden.

Doch gewiß häufiger als durch die Luft bedrohen die unsichtbaren Feinde den Menschen und die Thiere auf anderem Wege. Seitdem festgestellt ist, daß ein Theil der pathogenen Bakterien in Nährflüssigkeiten, das heißt im Wasser, welches gewisse organische und mineralische Stoffe enthält, wachsen und sich vermehren, ist nicht zu bezweifeln, daß Krankheitskeime auch durch Wasser übertragen werden. Von dem Unterleibstyphus wissen wir, daß, wo immer Ausleerungen von Kranken sich mit dem Trinkwasser vermischen, sei es durch unmittelbare Zuleitung, sei es mittelbar durch den verseuchten Boden, auch die dringende Gefahr vorhanden ist, daß dasselbe Keime von Typhusbacillen enthält; in den meisten Epidemien, wo sich der Typhus in einer Straße oder in einem Hause lokalisirte, ergab die mikroskopische Analyse des Trinkwassers, daß dasselbe ungewöhnlich reich an Bakterien und einer Verunreinigung durch Ausleerungen dringend verdächtig war; durch Schließung der Brunnen, welche einer solchen Verunreinigung zugänglich sind, durch Beschaffung reinen Trinkwassers vermittelst der Wasserleitungen ist die Typhusgefahr in allen großen Städten ganz außerordentlich verringert worden.



Typhusbacillen.
Nach Migula. Vergr. 1000.

Auch die Cholera wird ohne Zweifel durch das Trinkwasser verbreitet, auch wohl durch das zum Waschen der Nahrungsmittel,

zum Verdünnen der Milch und dergleichen benutzte Wasser, sobald dieses durch die Ausleerungen von Kranken verunreinigt ist. Die Untersuchung der furchtbaren Hamburger Epidemie von 1893 hat ergeben, daß diese ihren Ausgang in einem Schiffe mit russischen Cholerakranken genommen hat, deren Ausleerungen das Wasser der Elbe verseuchten; die Cholerabakterien konnten sich im Hafenwasser wie in einer Nährflüssigkeit vermehren und durch eine Wasserleitung, welche unfiltrirtes Elbwasser den Häusern zuführte, in den von ihr versorgten Stadtvierteln die Krankheitskeime ausstreuen.

XIII.

Auch der Erdboden ist mit Ansteckungskeimen erfüllt, wie die Lehre von den Pilzkrankheiten der Pflanzen und Insekten zuerst durch sichere Thatsachen bewiesen hat. Wenn in den Blumentöpfen die ausgesäten Sämereien zwar aufgehen, aber bald schwarz werden und faulen, wenn in den Saatkämpen der Forsten die Buchenkeimlinge zu Millionen zu Grunde gehen, so werden sie, wie De Bary und Robert Hartig 1879 gezeigt haben, eine Beute von Schimmelpilzen, deren Eisporen längere Zeit in der Erde ruhen, dann aber auskeimend in die zarten Keimpflanzen sich einbohren und dieselben tödten.[24]) Sie sind nahe Verwandte des Kartoffelpilzes, dessen Ansteckungskeime zwar, wie wir gesehen, durch die Luft von Pflanze zu Pflanze fliegen, der aber seine größten Verheerungen unter der Erde anrichtet. Denn wenn dieser Pilz alles Kartoffellaub über der Erde getödtet hat, dann senken sich seine Keimzellen auf den Ackerboden nieder und können hier in regenlosen Sommertagen eine Zeit lang ruhen. Der erste Regen erweckt sie zu neuem Leben; sie gebären bewegliche Schwärmzellen, die mit dem in die Tiefe sickernden Wasser abwärts gespült und den jungen Knollen im Boden zugeleitet werden; haben Schwärmzellen sich auf einer Kartoffelknolle niedergelassen, so keimen sie, durchbohren mit feinem Keimschlauch die zarte Schale, und indem sie ihr Mycel

in den inneren Geweben ausbreiten, vergiften sie dieselben, so daß sie schwarz werden und faulen. Wird nun im folgenden Frühjahr eine Kartoffel gesteckt, in deren Innerem das Pilzmycel verborgen ist, so wächst dasselbe mit den grünen Trieben in die Höhe, und nachdem es in die Blätter eingedrungen, streut es durch deren Spaltöffnungen wiederum die Keimzellen in die Luft; wenn Wind und Wetter ihre Verbreitung begünstigen, können dieselben zu einer neuen Epidemie Veranlassung geben.

Bei den Brandpilzen, welche dem Getreide kaum weniger verderblich werden als die des Rostes, geschieht die Ansteckung, wie L. C. Tulasne (Paris) 1853 und Julius Kühn (Halle) 1858 nachgewiesen haben, niemals durch die Luft, sondern immer nur im Erdboden. Ihre Sporen gelangen mit dem Saatgut, an dessen Spelzen sie äußerlich anhaften, in die Erde; die Keimschläuche bohren sich in die zarten Getreidepflänzchen ein, während diese noch im Boden stecken; sie wachsen dann im Innern der schossenden Halme zugleich mit diesen in die Höhe, kriechen in die jungen Fruchtknoten der Aehre hinein und, indem sie deren Innengewebe aufzehren, erfüllen sie die leeren Bälge mit ihrem schwarzen Sporenstaub.

Zahlreiche, nicht selten epidemisch auftretende Pflanzenkrankheiten werden durch Wurzelpilze verursacht; selbst die kräftigsten Kiefern werden durch einen unterirdischen Pilz getödtet, dessen Mycel in Gestalt schwarzrindiger, vielverzweigter Stränge, ähnlich dünnen Strauchwurzeln, im Boden fortkriecht; sobald dieses Mycel eine Kieferwurzel erreicht, dringt es zwischen Holz und Rinde in die weichen Gewebe des Kambiums ein und entwickelt bald Früchte, die heerdenweise als gelbe, braunschuppige, schlankgestielte Hüte ans Licht dringen; unter dem Namen Hallimasch sind sie beliebte Speisepilze. Vergeblich sucht die Kiefer durch verstärkten Harzfluß sich des unterirdischen Feindes zu entledigen; ist sie abgestorben, so tritt das Pilzmycel aus der Baumleiche wieder in wurzelähnlichen Strängen (Rhizomorphen) in die Erde und sucht sich neue Opfer.[25])

Ein ähnliches Verhängniß erreicht die Insekten, welche sich im Herbst in den Boden zum Winterlager eingraben; viele von ihnen verlassen es nicht lebend; denn in der Erde lauern auf sie die Sporen tödtlicher Pilze, deren Keimschläuche in die schlummernden Thiere sich einbohren, ihre Eingeweide aufzehren und schließlich die leere Haut mit ihren großen schwarzen Sporen ausstopfen.[26])

Natürlich ist der Boden auch voll von Bakterien. Aber neben den Arten, deren Amt die Verwesung, die Erzeugung von Ammoniak und Salpetersäure ist, oder die an den Wurzeln der Leguminosen die stickstoffspeichernden Knöllchen hervorrufen, finden sich auch Krankheitskeime. Daß das Kontagium des Milzbrandes in den Sporen der Bacillen ruht, die, vom Boden eingesaugt, mit dem Bodenstaub auf die Wiesengräser geweht und mit dem Futter den Herden zugeführt werden, haben wir schon oben ausgeführt. Auch der Wundstarrkrampf, der oft nach der kleinsten Verletzung Menschen und Hausthiere befällt und meist tödtlich verläuft, wird, wie zuerst Nicoleier 1884 ermittelte, Kitosato 1889 durch Reinzüchtung und Thierimpfung sicher begründete, von den lebhaft beweglichen Stäbchen der Tetanusbacillen erzeugt, welche bei der Bildung ihrer großen Sporen die Gestalt von Nägeln oder Stecknadeln annehmen; ihr Wohnsitz ist humusreiche Gartenerde; mit dem Bodenstaube gelangen sie in die Wunden.



Bacillen des Starrkrampf (Bacillus tetani). Mit Sporen. Nach einer Photographie von Migula. Vergr. 1000.

Daß endlich auch durch Vererbung mikroskopische Krankheitskeime von der Mutter auf das Kind übergehen, ist durch eine Epidemie der Seidenraupen sichtbar vor Augen gestellt worden. Nachdem die von Schimmelpilzen (Isaria Bassii, S. 522) erzeugte Epidemie der Muskardine um die Mitte des Jahrhunderts zu erlöschen begann, trat an ihre Stelle eine neue, noch verheerendere Seuche, die

Pebrine, durch schwarze Flecken am Körper der Raupen und Schmetterlinge meist äußerlich erkennbar; hier entdeckte der Mailänder Professor Cornalia in allen Organen der kranken Thiere unbewegliche, lebhaft glänzende Körperchen, welche Bacillensporen gleichen, die aber nach den Forschungen von Balbiani (1884) die Sporen von pathogenen Sporozoen aus der Verwandtschaft der Schleimpilze sind (Glugea bombycis). Da die Cornaliaschen Körperchen von den Mutterthieren auch in die Eier übergehen, so war es eine Reihe von Jahren hindurch in Europa unmöglich geworden gesunde Grains zu erlangen; denn alle bei uns gezüchteten Eier erhielten in den Cornaliaschen Körperchen bereits den angeerbten Keim der Krankheit und erzeugten kranke Raupen, die meist vor dem Einspinnen zu Grunde gingen: Die Eier mußten aus China und Japan bezogen werden, wo die Krankheit noch unbekannt war; in dem klimatisch weniger begünstigten Deutschland wurde die Seidenzucht durch die Pebrine vollständig vernichtet. Aber gerade auf die Vererbung der Krankheitskeime begründete Pasteur 1870 die ebenso einfache als erfolgreiche Methode der Zellenauslese (selection cellulaire). Die Pärchen der Seidenschmetterlinge wurden in Beutel eingeschlossen; nach dem Ablegen der Eier wurden die beiden Schmetterlinge unter dem Mikroskop untersucht, und falls sich in ihrem Blut Cornaliasche Körperchen fanden, der ganze Beutel verbrannt; nur die Eier aus den Beuteln mit völlig gesunden Schmetterlingen durften zur Nachzucht benutzt werden. Durch die konsequente Durchführung dieser Methode in großem Maßstabe ist das Erlöschen der Seuche wirklich erreicht worden. [27])

XIV.

Leider besitzt der Heilschatz noch kein Mittel, welches im Stande wäre, der maßlosen Vermehrung und der vergiftenden Einwirkung der pathogenen Bakterien Einhalt zu thun, sobald dieselben in den Kreislauf des Blutes bei einem Thier oder Menschen eingedrungen

sind; die Kunst des Arztes ist bisher darauf beschränkt gewesen, die Ansteckung zu verhindern. Dem Genie zweier Männer hat die Menschheit es zu danken, wenn gleichwohl in unserer Zeit der Weg gebahnt worden ist, gestützt auf die wissenschaftliche Erforschung der Bakterien, die unsichtbaren Feinde mit Erfolg zu bekämpfen.

Schon seit 1865, lange bevor die bakteriologische Forschung über die pathogenen Bakterien der Wundvergiftungen völlige Klarheit geschafft hatte, wendete Joseph Lister bei chirurgischen Operationen seine antiseptische Methode an, indem er durch Ueberstäuben der Wunden mit Karbolsäure die vergiftende Einwirkung der Bakterien aufzuhalten gedachte. Aus der antiseptischen, Fäulniß hemmenden hat sich dann die aseptische, Fäulniß verhindernde Methode entwickelt, welche durch peinlichste Desinfektion der bei der Operation gebrauchten Hände, Instrumente und Verbandstücke die pathogenen Bakterien in die Wunde überhaupt nicht eindringen läßt. Seitdem sind das Eitern der Wunden und das Wundfieber, die man früher als unvermeidliche Folgen aller chirurgischen Operationen angesehen hatte, verschwunden; der Schrecken, der dieselben einst umgab, ist gewichen und unseren großen Chirurgen die Möglichkeit gegeben, durch rechtzeitiges kühnes Eingreifen zahlreiche, früher für unheilbar gehaltene Uebel zu beseitigen und unzähligen Leidenden das Leben zu erhalten und die Gesundheit zurückzugeben.

Die zweite jener segensreichen Entdeckungen, welche aus der bakteriologischen Forschung hervorgegangen und deren volle Bedeutung erst die Zukunft ans Licht stellen wird, ging von Pasteur aus. Zuerst 1880 erkannte er bei dem Studium der sogenannten Hühnercholera, daß frische Reinkulturen der pathogenen Bakterien bei der Impfung auf Versuchsthiere tödtlich wirken, während sie nach einigen Monaten weit mildere und bald zur Genesung führende Erkrankungen hervorrufen; die mit den alten, abgeschwächten Kulturen geimpften Thiere aber erwiesen sich später gegen weitere Impfungen, selbst mit den giftigsten Kulturen, geschützt, immun gemacht. Im Verein

mit seinen Mitarbeitern erfand dann Pasteur verschiedene Methoden der Abschwächung bei der Züchtung der Bakterien des Milzbrandes, der Schweinepest und anderer Thierseuchen; indem er in größtem Maßstabe diese abgeschwächten Kulturen zur Schutzimpfung verwendete, gelang es ihm nicht bloß, die Gefahr der Ansteckung, wenn nicht völlig zu beseitigen, so doch erheblich zu vermindern, sondern es zeigte sich sogar in Fällen, wo bereits eine Infektion stattgefunden, die Widerstandsfähigkeit der befallenen Thiere in Folge der Impfung so gesteigert, daß sie nach gelinder Erkrankung wieder genasen.

Im Orient ist die Schutzimpfung schon von Alters her gegen die schwarzen Blattern in Uebung gewesen, und zwar mit menschlicher Lymphe, da die Erfahrung gelehrt hatte, daß diese eine weit mildere Erkrankung hervorruft, als die natürliche Infektion, dann aber vor jeder weiteren Ansteckung, selbst bei den bösartigsten Epidemien, schützt. Als im Jahre 1717 Lady Montague, die geistvolle und energische Gemahlin des englischen Gesandten bei der hohen Pforte, die dieses Verfahren in Konstantinopel kennen gelernt hatte, ihren Sohn mit menschlicher Lymphe impfen ließ, fand dasselbe auch in England Eingang.[28]) Doch erst nachdem Eduard Jenner 1796 die durch Uebertragung vom Menschen auf das Rind abgeschwächte Kuhpockenlymphe zur Schutzimpfung gegen die Menschenblattern eingeführt hatte, ist die Abwehr dieser Seuche in allen Kulturstaaten erreicht worden.

Einen ähnlichen Weg schlug Pasteur bei der Schutzimpfung gegen jene fürchterliche Krankheit ein, die der Biß toller Hunde und Wölfe durch Verunreinigung der Wunden mit dem giftigen Speichel veranlaßt, und die zwar in Westeuropa in Folge der polizeilichen Vorsichtsmaßregeln nur sehr selten zum Ausbruch kommt, in Rußland und anderen, sanitarisch weniger geordneten Staaten aber zahlreiche Opfer fordert. In allen Theilen eines an der Hundswuth erkrankten Thieres oder Menschen, ganz besonders kräftig im Rückenmark, entwickelt sich ein Gift, das schon in geringster Menge tödtlich

wirkt; doch gelang es Pasteur, das Gift durch mehrmals wiederholte Uebertragung von tollen Hunden auf Kaninchen so weit abzuschwächen, daß bei den mit demselben geimpften Menschen dem Ausbruch der Tollwuth vorgebeugt wurde. Tausende von Menschen sind seit 1881 durch die Schutzimpfung mit abgeschwächtem Wuthgifte im Institut Pasteur gerettet worden.[29])

An diese Thatsachen schließt sich eine neue, hoffnungsvolle Phase der Schutzimpfungen, deren Mittelpunkt das von R. Koch in Berlin geleitete Institut für Infektionskrankheiten geworden ist. In derselben Weise wie bei der Hundswuth, war auch bei anderen Infektionskrankheiten zu vermuthen, daß schon ein in geringster Menge aufgenommener Giftstoff die gewaltsamen, oft rasch zum Tode führenden Störungen im Organismus anrichte. Nachdem schon 1876 Neucki (Bern, Petersburg) die bei der Fäulniß der Leichen gebildeten Gifte, die Ptomaine, rein dargestellt, und Brieger (Berlin) 1885 in faulenden Leichentheilen neben anderen Giften auch Muscarin, das Gift des Fliegenpilzes, aufgefunden hatte, gelang es dem Letzteren, zuerst 1886 aus den Reinkulturen der Typhusbacillen einen eigenthümlichen Giftstoff, ein Toxin darzustellen, das den Alkaloiden der Giftpflanzen (Strychnin u. a.) ähnlich ist; gleichzeitig entdeckte Urffa das Toxin des Milzbrandes; die Gifte des Starrkrampfes und der Diphtherie wurden von Brieger 1895 als chemisch reine Körper von eiweißähnlicher Natur (Toxalbumine) dargestellt; sie übertreffen in todbringender Energie bei Weitem alle sonst bekannten Gifte, selbst die Blausäure; von dem Toxin des Wundstarrkrampfs genügt ein Stäubchen, der viermalhunderttausendste Theil eines Grammes, um ein Meerschweinchen, ein dreißigtausendstel Gramm, um einen Menschen zu tödten.

Alle diese Krankheitsgifte sind Stoffwechselprodukte der pathogenen Bakterien, in ähnlicher Weise, wie der purpurne Farbstoff ein Stoffwechselprodukt der Bakterien des Wunderblutes ist. Denn diese Gifte wurden, wie schon bemerkt, nicht aus dem Körper der Kranken,

sondern aus Reinkulturen der Bakterien auf künstlichem Nährboden dargestellt. Die pathogenen und die unschädlichen Bakterien verhalten sich daher in Bezug auf die Erzeugnisse ihrer chemischen Lebensthätigkeit ähnlich wie die Hutpilze, von denen der Champignon ein beliebtes Speisegewürz bildet, während der ihm zum Verwechseln ähnliche Knollenpilz ein furchtbares Gift erzeugt, dessen Genuß schon in geringer Menge nach wenig Stunden unrettbar den Tod bringt. [30])

Wenn nun die Erfahrung lehrt, daß gewisse Thiere für ein Krankheitsgift leicht, andere gar nicht empfänglich sind, [31]) so erklärt sich dies, wie Ehrlich (Berlin) 1891 durch das Experiment erwiesen hat, daraus, daß die immunen Thiere in ihrem Blut ein Gegengift, ein Antitoxin, enthalten, welches die Giftwirkung des Toxins aufhebt. Und wenn andererseits Thiere und Menschen, nachdem sie eine Krankheit mit gemilderter Toxinwirkung überstanden haben, für lange Zeit, wenn nicht für immer giftfest geworden und selbst der Ansteckung durch ungeschwächtes Krankheitsgift unzugänglich gemacht sind, so ist anzunehmen, daß dieselben im Verlauf der Krankheit ein Antitoxin in ihrem Blute erzeugt haben, welches die Wirkung des Toxins neutralisirt.

Auf dieses Princip hat Behring seit 1890 die Heilung der Diphtherie durch das Heilserum begründet, das in zahlreichen Fällen Kinder vor dem gewissen Tode gerettet, andere vor der drohenden Ansteckung geschützt hat. Pferde, die der Diphtherie leicht unterliegen, werden mit den giftigen Reinkulturen der Diphtheriebacillen wiederholt geimpft; nach überstandener Krankheit sind sie immun gemacht; ihr Serum enthält alsdann das Gegengift in solchen Mengen, daß es selbst bei Menschen, die bereits das Diphtheriegift in sich aufgenommen haben, den unheilvollen Wirkungen desselben Einhalt zu thun im Stande ist. Die Erwartung erscheint jetzt gerechtfertigt, daß auch bei anderen Infektionskrankheiten die Serumtherapie Erlösung bringen wird. [32])

Aber auch abgesehen von diesen Zukunftshoffnungen hat die Hygiene, nachdem sie sich in der zweiten Hälfte unseres Jahrhun-

derts zur selbstständigen Wissenschaft ausgebildet und einen immer steigenden Einfluß auf die Verwaltung und Gesetzgebung gewonnen hat, schon jetzt mit stetig wachsenden Erfolgen dazu beigetragen, die mikroskopischen Krankheitskeime unschädlich zu machen. Während es noch vor zwei Jahrzehnten als ein unabwendbares Verhängniß angesehen wurde, daß die Cholera, sobald sie in einen Nachbarstaat eingebrochen war, ihren mörderischen Zug durch das ganze Deutsche Reich nehmen werde, ist es den auf die mikroskopische Bakterien-untersuchung und die Isolirung der durch diese festgestellten ersten Fälle gegründeten Maßregeln bereits zweimal gelungen, der Seuche den Eintritt über die deutsche Grenze zu verwehren oder doch sie auf vereinzelte, bald erlöschende Herde zu beschränken. Die in unserer Zeit immer weiter ausgebildeten Anlagen für Kanalisation und Desinfektion, für Beschaffung reichlichen, gesunden Trinkwassers, gut ventilirter, trockner Wohnungen, die Schutzeinrichtungen gegen das Einathmen des durch Bakterien vergifteten Staubes, gegen Einschleppung und Ausbreitung von Thier- und Menschenseuchen haben mit segensreichem Erfolge dazu beigetragen, Luft, Wasser, Erdboden und Behausung von Ansteckungskeimen rein zu halten. Es ist kein Zweifel, daß es einer vielleicht nicht fernen Zukunft gelingen wird, alle mikroskopischen Krankheitskeime von uns fern zu halten, mit derselben Gewißheit, mit der wir bereits heut im Stande sind, Verschimmeln, Fäulniß und Gährung zu verhüten, indem wir den mikroskopischen Keimen der Schimmel- und Gährungspilze den Zutritt verschließen.

Man hat der deutschen Kriegsführung im Jahre 1870 zum Ruhme nachgesagt, daß, während die Gegner über die Anwesenheit und Zahl der Unserigen stets in Ungewißheit waren und daher nur unsichere, unzusammenhängende Schritte wagen konnten, die deutschen Heere sich mit einem Netze wohlgeschulter und intelligenter Eclaireurs umgaben, welche nach allen Richtungen das Gros der Armee umschwärmten, die besten Nachrichten über die Stellung

und Stärke der Feinde sammelten und dadurch die deutsche Heeresleitung in den Stand setzten, in jedem Momente die richtigen Mittel zum Siege zu ergreifen.

In dem großen Kampfe um das Dasein, welchen wir Menschen in jedem Augenblicke zu führen gezwungen sind, ist den Naturforschern die Rolle der Eclaireurs zugetheilt. Ihre Aufgabe ist es, in weite, unbekannte Fernen vorzudringen, überall Kundschaft einzuholen, deren Zuverlässigkeit gewissenhaft zu prüfen, über die Stellung, die Stärke oder die Schwäche der uns bedrohenden Kräfte Erfahrungen zu sammeln.

Wir halten fest an der Zuversicht, daß die von den Naturforschern gesammelten Beobachtungen dem Generalstab unserer Aerzte und Hygieniker die Mittel vorbereiten werden, um gegen die unsichtbaren Feinde, welche uns in Erde, Wasser und Luft umgeben, unsere Gesundheit und unser Leben siegreich zu vertheidigen!





Erläuterungen.

[1]) (S. 502.) Vergl. „Die Welt im Wassertropfen“ S. 393.

[2]) (S. 502.) Den Satz, daß weder Thiere noch Pflanzen aus Fäulniß hervorgehen können, bezeichnet Leeuwenhoek als sein Testament in einem Briefe vom 8. October 1716; er hatte ihn schon in einem Briefe von 14. Mai 1686 ausgesprochen.

[3]) (S. 502.) Theophr. hist. plant. III, 1. 4.

[4]) (S. 503.) Origenes contra Celsum I. 52.

[5]) (S. 508.) Cunningham und Miquel haben später den Apparat von Maddox vereinfacht und verbessert.

[6]) (S. 511.) Vergl. S. 382, 439.

[7]) (S. 511.) P. Miquel, les organismes vivants de l'atmosphère. Paris 1883.

[8]) (S. 513.) Vergl. Bd. I, S. 318, Abbildung.

[9]) (S. 514.) Abbildung nach Photographie im Titelblatt dieser Vorlesung, S. 501, oben.

[10]) (S. 515.) Vergl. S. 494, Erl. 13.

[11]) (S. 516.) Vergl. „Was sich der Wald erzählt“, S. 33 f.

[12]) (S. 518.) Puccinia Malvacearum, P. Helianthi.

[13]) (S. 520.) Weinstock und Wein, S. 130.

[14]) (S. 522.) Vergl. de Bary: zur Kenntniß Insektentödtender Pilze. Bot. Zeit. 1867, 1869.

[15]) (S. 523.) Leeuwenhoek rühmt sich in dem Briefe an die Royal Society (Arcana naturae ope exactissimorum microscopiorum detecta Leiden 1722 I. Experimenta et Contemplationes) daß er weder rauche, noch Branntwein und nur selten Wein trinke, auch seine Zähne täglich sorgfältig reinige und in Folge dessen sich so weißer, gesunder Zähne rühmen könne, wie nur wenige Altersgenossen; gleichwohl wimmle sein Zahnschleim von zahllosen Thierchen wie ein Mückenschwarm. — In dem nämlichen Briefe bildet er auch die im Zahn- und Zungenbelag regelmäßig vorkommende Leptothrix buccalis ab.

[16]) (S. 523.) Die antiseptische Natur des Blutes ist zuerst von Moritz Traube und Gscheidlen 1874 experimentell nachgewiesen worden. Jahresbericht der Schles. Ges. für 1874.

[17]) (S. 524.) Bakterienkrankheiten in Pflanzen sind bisher nur in Nordamerika bei Obstbäumen angegeben worden; auch der Rotz der Hyacinthenzwiebeln und die Naßfäule der Kartoffeln wird Bakterien zugeschrieben. Erkrankungen von Menschen und höheren Thieren durch Schimmelpilze treten nur ausnahmsweise beim Eindringen der Sporen von Aspergillus, Mucor und anderen Schimmelpilzen in den äußeren Gehörgang oder in die Athmungsorgane auf; verbreiteter sind die Haar- und Hautpilze, welche Grind, Flechten oder Ausfallen der Haare, auch wohl Nagel- und Hufgeschwüre erzeugen.

[18]) (S. 525.) Vergil. Georgic. III, 470—566: (Morbus)

Corrupit lacus, infecit pabula tabe.

Der Dichter räth, sobald ein Thier durch Unlust beim Fressen, Zurückbleiben hinter der Heerde sich verdächtig macht, es sofort zu tödten, damit nicht die Ansteckung, die schneller als der Sturmwind um sich greift, das ganze Volk vernichte:

continuo culpam ferro carpesce, priusquam
dira per incautum serpunt contagia volgus.

Die von Vergilius geschilderte Milzbrandepidemie veranlaßte das Verlassen der Weideplätze und der befestigten Meierhöfe (Norica castella) auf der Südseite der Karnischen Alpen, nach Mittheilung von Prof. J. Partsch im Gebiete des Isonzo.

[19]) (S. 526.) Varro, de re rustica I. 12.

[20]) (S. 528.) R. Koch, Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II, S. 377, 1876.

[21]) (S. 531.) Von Albert Neißer wurde 1879 auch in dem Sekret der Gonorrhoe ein Mikrokokus (Gonococcus) entdeckt, welcher auf und in den Eiterzellen vegetirt und als Erreger der Krankheit erwiesen ist.

[22]) (S. 532.) Eine vollständige Uebersicht der auf die pathogenen Bakterien bezüglichen Beobachtungen mit einer kritischen Bearbeitung aller bakteriologischen Fragen enthält das grundlegende Buch von Flügge: die Mikroorganismen, dritte Auflage, zwei Bände, Leipzig 1896.

[23]) (S. 536.) Die ersten Nachweisungen lebender Bakterien in der Luft durch Auswaschen sind von Miflet 1878 im Breslauer Pflanzenphysiologischen Institut gemacht worden; Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. III, 119.

[24]) (S. 537.) Pythium Debaryanum, Phytophthora omnivora u. a.

[25]) (S. 538.) Die Entwickelung des Hallimaschpilzes (Agaricus melleus) wurde durch Robert Hartig (München) 1878 ermittelt.

[26]) (S. 539.) Tarichium megaspermum; vergl. F. Cohn: eine neue Pilzkrankheit der Erdraupen, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. I, S. 58, 1870.

[27]) (S. 540.) Auch eine Bakterienkrankheit, die Schlaffsucht (flaccidezza), richtet in den Seidenzüchtereien von Südeuropa, wo sie epidemisch auftritt, große Verheerungen an.

[28]) (S. 542.) Nachdem die Kaiserin Maria Theresia mehrere Kinder an den Blattern verloren hatte, ließ sie im Jahre 1768 zur Rettung der übrig gebliebenen den Dr. Jan Ingenhouß, einen der hervorragendsten Begründer der chemischen Pflanzenphysiologie (vgl. Bd. I, S. 395) aus London nach Wien kommen, der ungeachtet des Widerspruchs von Ärzten und Geistlichen die Schutzimpfung mit menschlicher Pockenlymphe an den jungen Prinzen erfolgreich ausführte. Die Kaiserin äußerte ihren Dank an Ingenhouß mit den schönen Worten: „nächst Gott verdanke sie ihm die Rettung ihrer Söhne, er möge an der Größe ihrer mütterlichen Zärtlichkeit die Größe ihrer Erkenntlichkeit abmessen."

[29]) (S. 543.) Weder bei der Hundswuth noch bei den Pocken sind bisher pathogene Bakterien mit Sicherheit nachgewiesen; dasselbe gilt auch von vielen anderen Infektionskrankheiten: (Scharlach), Masern, Keuchhusten, Syphilis, Gelbfieber, sowie von Lungen-, Maul-, Klauenseuche u. a. Vielleicht wird in solchen Fällen das Krankheitsgift nicht von parasitischen Bakterien, sondern direkt an den krankhaft veränderten Zellen des Organismus erzeugt. Von der Malaria wird jetzt allgemein angenommen, daß nicht die von Klebs und Schiavuzzi beobachteten Malariabacillen, sondern mikroskopische, im Blute vermittelst Pseudopodien kriechende Amöben oder Plasmodien die Krankheitserreger sind.

[30]) (S. 544.) Der Knollenpilz (Amanita bulbosa) hat sich als die Ursache fast aller in Deutschland beobachteten, tödtlich verlaufenden Pilzvergiftungen herausgestellt, deren Zahl bei weitem größer ist, als der durch Schlangen oder Trichinen veranlaßten Todesfälle. Der Knollenpilz unterscheidet sich von dem eßbaren Champignon (Psalliota campestris) durch die knollige Anschwellung des Stieles und durch die Farbe der Blätter oder Lamellen am Hute, die immer weiß ist, während die Lamellen des Champignon erst röthlich, zuletzt schwarzbraun gefärbt sind.

[31]) (S. 544.) Unterleibstyphus, Aussatz lassen sich überhaupt nicht auf Thiere übertragen, Rückfalltyphus nur auf Affen, die Pest nicht auf Vögel und Schweine u. s. w.

[32]) (S. 544.) Dagegen scheint das Tuberkulin, welches R. Koch aus Reinkulturen von Tuberkelbacillen durch Extraktion vermittelst Glycerin darstellt, die Erwartungen nicht erfüllt zu haben.



Druckfehler:

Band I. Seite 395 letzte Zeile, lies „bereifter" statt „bereihter."
„ II. „ 205 Abbildung lies „befeuchtet" statt „befruchtet."
„ II. „ 438 Zeile 4 lies „Peridinien" statt „Poridinien."



Sachregister.

Die Seitenzahlen des ersten Bandes sind mit stehenden, die des zweiten Bandes mit schrägen Ziffern bezeichnet. Ein Stern vor der Seitenzahl bedeutet eine Abbildung.

B.

F.

G.

H.

J.

T.

U.

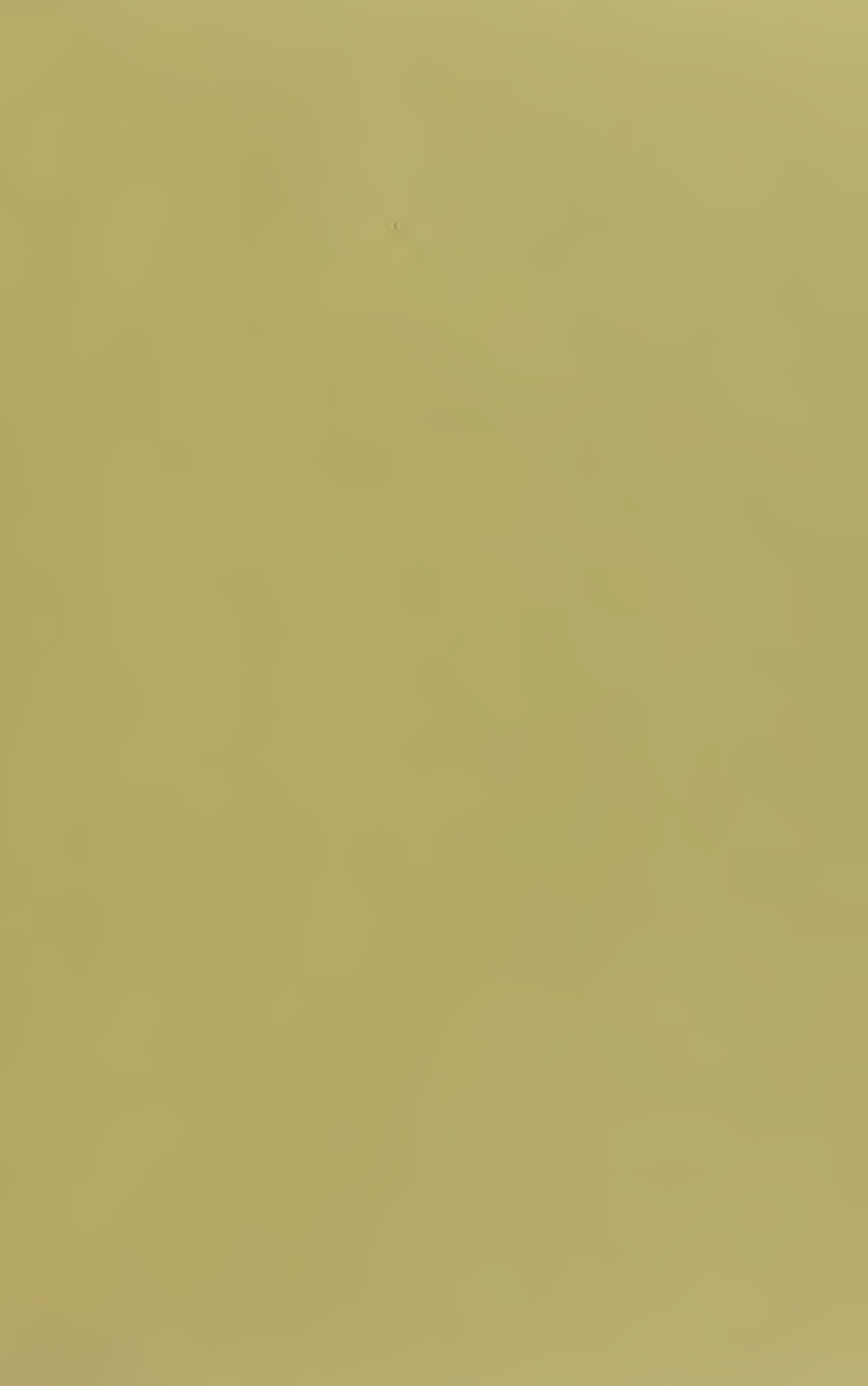
V.

W.












Riley Dunn & Wilson Ltd

